ÜBER DIE BEZIEHUNGEN DER SONNENFLECKENPERIODE ZU...

Friedrich Gustav Hahn







UEBER
DIE BEZIEHUNGEN
DER
SONNENFLECKENPERIODE
ZU
METEOROLOGISCHEN ERSCHEINUNGEN.

VON

Dr. F. G. HAHN.

MIT 2 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1877.

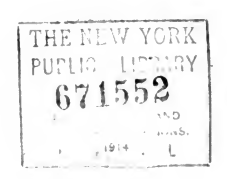
UEBER
DIE BEZIEHUNGEN
DER
SONNENFLECKENPERIODE
ZU
METEOROLOGISCHEN ERSCHEINUNGEN.

VON

DR. F. G. HAHN.

MIT 2 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1877.


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
671552

Vorwort.

Der Verfasser fühlt sich verpflichtet, an dieser Stelle zunächst seinen verehrten Lehrern, den Herren Professoren Bruhns und Zöllner zu Leipzig, für wohlwollende Förderung und freundliche Unterstützung seiner Studien seinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Dank ist er auch Herrn Dr. Köppen in Hamburg schuldig, welcher ihm mit grosser Freundlichkeit einige werthvolle Nachweisungen und Notizen zukommen liess.

Der Verfasser will aber auch nicht unterlassen, die reiche und vielfache Belehrung, welche er aus den Schriften des Herrn Geh. Rathes Professor Dove in Berlin, sowie besonders aus den umfangreichen Untersuchungen und Abhandlungen der Herren Professoren Wolf und Fritz in Zürich geschöpft hat, ausdrücklich und dankbar hier anzuerkennen.

Endlich muss auch das Verdienst, welches sich der Herr Verleger durch sein bereitwilliges Entgegenkommen, und durch angemessene Ausstattung des Textes und der Figurentafeln um das Zustandekommen dieser Abhandlung erworben hat, noch besonders hervorgehoben werden.

Inhaltsverzeichniss.

	Seite
Einleitung	1
I. Abschnitt: Sonnenflecken und Luftwärme	17
Historische Uebersicht	17
Die Köppen'schen Entdeckungen	33
A. Untersuchung der einzelnen Winter. Dauer der Kälte	34
Uebersicht der kalten Winter, nach Fleckenperioden geordnet	48
Uebersicht der milden Winter, - - -	59
B. Untersuchung der Sommer. Dauer der Wärme	67
Uebersicht der kühlen Sommer, nach Fleckenperioden geordnet	74
Uebersicht der heissen Sommer, - - -	79
Allgemeine Uebersicht	87
Die grosse Störung der Fleckenperiode am Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrh.	90
Perioden von mehr als 11 Jahren. Die 55jährige und die mehrhundertjährige Periode. Die 45jährige Periode Köppen's	92
II. Abschnitt: Sonnenflecken und Luftströmungen	99
1. Winde der gemässigten Zone	100
2. Die Cyclone der Tropen	109
III. Abschnitt: Die Hydrometeore und einige von ihnen abhängige Erscheinungen im Pflanzen- und Thierreich in ihren Beziehungen zur Fleckenperiode	120
A. Bewölkung	120
a. Cirruswolken	127
b. Sonnen- und Mondhöfe	129
B. Hagelfälle	132
C. Regenmenge	134
D. Wasserstände der Flüsse, Veränderungen der Gletscher	148
E. Ernteergebnisse, Weinjahre	153
F. Heuschreckenzüge	155
G. Gewitter und zündende Blitze	157
IV. Abschnitt: Sonnenflecken und Luftdruck	162
Schlusswort	172
Verzeichniss der Quellen	181
Erklärung der Figurentafeln	183

Einleitung.

Noch vor wenigen Jahren galt die Frage, ob die periodischen Veränderungen, welche in dem Fleckenstande der Sonne vor sich gehen, einen nachweisbaren Einfluss auf meteorologische Erscheinungen unserer Erde ausüben können, ziemlich allgemein für müssig und es wurde geradezu bedauert, wenn gleichwohl ein oder der andere Forscher Zeit und Mühe an die Lösung jenes Problems wendete. Es möge mir gestattet sein, einige Aussprüche bekannter Astronomen und Physiker hier anzuführen, welche sämmtlich bezeugen, einen wie geringen Werth man Untersuchungen über den Einfluss der Sonnenflecken auf die Witterung vor kurzer Zeit noch beilegte.

Ich beginne mit einer Aeusserung des hochverdienten Sonnenbeobachters Heinrich Schwabe in Dessau aus dem Jahre 1851. Derselbe sagt[1]: »Ich glaube nicht, dass die Sonnenflecken »irgend einen Einfluss auf die Temperatur des Jahres haben. Ich »notire täglich dreimal den Barometer- und Thermometerstand, die »hieraus jährlich gezogenen Mittelzahlen lassen bisher keinen bemerk»baren Zusammenhang ahnden zwischen Klima und Zahl der Flecken. »Wenn sich aber auch in einzelnen Fällen scheinbar ein solcher Zu»sammenhang zeigte, so würde derselbe doch nur dann erst von Wich»tigkeit werden, wenn die Resultate aus vielen anderen Theilen der »Erde damit übereinstimmten.«

Daran schliesst Schwabe allerdings noch eine Bemerkung über den Einfluss der Sonnenflecken auf die Bewölkung, welche nicht ganz so ungünstig lautet; ich werde in dem entsprechenden Capitel darauf zurückkommen.

---

1) Astron. Nachr. No. 638, vgl. auch Humboldt, Kosmos III, 266 f. (Stuttgart 1870, Taschenausgabe).

Professor Dove in Berlin schloss 1843 den dritten Band seiner Untersuchungen über die nichtperiodischen Aenderungen der Temperaturvertheilung auf der Oberfläche der Erde mit folgenden Worten:

»Die, wie ich glaube, nun sicher festgestellte Thatsache, dass »jedes Extrem irgendwo sein Gegengewicht in fernen oder nahen »Gegenden an einem anderen Extrem in entgegengesetztem Sinne »findet, die bereits sehr wahrscheinlich gewordene Vermuthung, dass »solche Abwechslungen gleichzeitig mehrere auf der Erdoberfläche »vorhanden sind, sollte nach meiner Ansicht die Physiker endlich »bestimmen, der Beantwortung naheliegenderer Fragen die Mühe zu»zuwenden, welche sie so oft Problemen widmen, die als solche von »der Natur selbst nicht gegeben sind. Wenn die Natur wiederholt »auf eine gestellte Frage mit Nein antwortet, so ist dies eben eine »Mahnung, dass man sie auf diese Art nicht zu fragen habe.«

Uebrigens richten sich diese Worte Dove's wohl nicht allein gegen die Herleitung von Witterungsverhältnissen aus Veränderungen auf der Sonne, sondern auch gegen die früher vielfach angenommene 19jährige, vom Mondlauf abhängige Periode, nach deren Ablauf genau die nämliche Witterung wiederkehren sollte. Diese Mondperiode stand damals noch in höherem Ansehen als heute, wo kaum noch von ihr die Rede ist. Dass Dove später die Annahme von periodischen Aenderungen im Verlaufe der Witterung nicht mehr so entschieden abwies, werde ich noch zeigen.

Nach einer kurzen Discussion der verschiedenen bis 1860 vorliegenden Arbeiten über Einflüsse der Himmelskörper (vorzüglich des Mondes) auf meteorologische Vorgänge der Erde sagt Professor E. E. Schmid in seinem Lehrbuch der Meteorologie (§ 157): »Untersuchungen, wie die in den vorigen §§ erwähnten, haben natür»lich denselben Werth, wie alle, die zur Wahrheit streben und füh»ren, dieser Werth liegt ja nicht in der Zahlengrösse des Resultats. »Wohl aber kann man ihnen eine meteorologische Bedeutung ab»sprechen, denn gegen die von dem Sonnenlaufe mittelbar und un»mittelbar abhängigen Temperaturveränderungen verschwinden die »von den Sonnenflecken und von der Sonnenrotation abhängigen »vollständig.«

Da das erwähnte Lehrbuch im Jahre 1860 erschien, konnte Schmid nach dem damaligen Stande des Wissens kaum anders ur-

theilen, als er mit diesen Worten gethan. Ob er aber noch jetzt den eben mitgetheilten § so fassen würde, ist wohl zu bezweifeln.

Endlich möge noch ein Ausspruch des Professor R. Wolf in Zürich folgen. Der Director der Sternwarte in Zürich widmet seit langer Zeit den Sonnenflecken und sämmtlichen, direct oder indirect mit ihnen zusammenhängenden Erscheinungen die grösste Aufmerksamkeit und seine astronomischen Mittheilungen, von welchen bis jetzt 40 Nummern erschienen sind, bilden für alle Arbeiter auf diesem Gebiete eine unerschöpfliche Fundgrube. Auch der Verfasser der vorliegenden Abhandlung ist Herrn Professor Wolf für die reiche aus seinen Schriften geschöpfte Belehrung zu grossem Dank verpflichtet und will nicht unterlassen, denselben hier ausdrücklich auszusprechen.

Im Jahre 1861 schloss nun Wolf einen öffentlichen Vortrag über die Sonne und ihre Flecken mit folgenden Worten: ....»Es darf »also wohl ausgesprochen werden, dass die Sonnenflecken keinen »merklichen Einfluss, weder auf Jahrestemperatur, noch auf Fruchtbarkeit haben.«

Wolf's eigene Untersuchungen stützten sich damals nur auf die langjährigen Temperaturbeobachtungen in Berlin. Weshalb diese zu keinem übereinstimmenden Resultat führen konnten, wird sich später zeigen. Niemand wird es aber dem Professor Wolf verdenken können, dass er damals, abgeschreckt durch anscheinend ganz widersprechende Resultate, seine Untersuchungen über unser Problem mehr als ein Jahrzehnt ruhen liess, um sie dann freilich um so energischer wieder aufzunehmen.

Ueberhaupt dürfen wir allen jenen Männern, welche so ungünstig über Untersuchungen des Einflusses der Sonnenflecken auf irdische Verhältnisse urtheilten, dieses Urtheil durchaus nicht verübeln. Die Resultate, welche einzelne Forscher, gestützt auf eine noch unvollkommene Kenntniss der Fleckenperiode und ihrer Dauer, erzielten, waren in der That nicht sehr vertrauenerweckend. Auch ging man noch vielfach von Voraussetzungen aus, welche durch neuere Forschungen als gänzlich unrichtige nachgewiesen sind. Man glaubte noch, dass das nach je 11 Jahren wiederkehrende Maximum der Sonnenflecken genau in die Mitte des Zeitraums von einem Minimum zum nächsten falle. Das ist aber keineswegs der Fall, vielmehr hat

Wolf mit Sicherheit nachgewiesen, dass der Zeitraum vom Maximum zum Minimum (Zeit der fallenden Fleckenmenge) ein längerer ist als der vom Minimum zum Maximum (Zeit der steigenden Fleckenmenge), dass also die Curve rasch aufsteigt, dagegen allmählich absinkt. Ferner war man nur unvollkommen davon unterrichtet, dass die Länge der Fleckenperiode selbst wieder sehr veränderlich ist und von 8 (Beisp. 1829—1837) bis zu 16 Jahren (Beisp. 1788—1804) schwanken kann. Eine weitere, noch erheblichere Fehlerquelle war die lange Zeit festgehaltene Annahme, dass die vorausgesetzten Einflüsse der Sonnenflecken auf irdische Verhältnisse sich gerade in den Epochenjahren am deutlichsten zeigen müssten. Mit Recht weist Köppen[1]) zum Vergleiche auf die Thatsache hin, dass die grösste Winterkälte meist erst nach dem tiefsten Stande der Sonne, die intensivste Wärme nach dem Sommersolstitium eintritt. Mit den Sonnenflecken und ihren wirklichen oder vermutheten Wirkungen verhält es sich ganz ähnlich. Im Verlaufe meiner Untersuchungen werde ich zahlreiche Belege dafür beibringen können, dass es unbedingt nöthig ist, nicht nur die Witterung der Epochenjahre, sondern auch (und sogar in erster Linie) die meteorologischen Verhältnisse der den Epochenjahren zunächst folgenden Jahre zu betrachten und auf etwaige Einflüsse der Sonnenflecken und ihrer Periode zu prüfen. Gleichwohl hat man erst in neuester Zeit angefangen, diesem wichtigen Grundsatze rechte Beachtung zu schenken.

Die eben angeführten falschen Voraussetzungen reichten vollkommen aus, um alle Untersuchungen und Erörterungen unseres Problems von vornherein des Erfolgs zu berauben. Gelangte trotzdem einmal von Zeit zu Zeit ein Forscher zu Resultaten, welche mit den zu unserer Zeit auf anderen Wegen gefundenen einigermassen übereinstimmten, so war das mehr ein Spiel des Zufalls und blieb ohne weitere Folgen. Denn in der Regel gelangte bald darauf ein Zweiter, welcher andere Fleckenperioden, oder die meteorologischen Beobachtungen anderer Stationen untersucht hatte, zu dem entgegengesetzten Resultat und dies genügte begreiflicherweise, um jede weitere Erörterung unserer Frage als gänzlich zweck- und nutzlos wieder auf längere Zeit in den Hintergrund zu drängen.

---

1) Zeitschr. der österr. Ges. f. Met. VIII (1873) No. 16 u. 17.

Seit einigen Jahren ist nun in der eben geschilderten Sachlage ein vollständiger und höchst erfreulicher Umschwung eingetreten. Welcher Forscher oder welche Schrift den directen Anlass dazu gegeben hat, würde sich schwer nachweisen lassen. Es trat die Erscheinung ein, welche sich in der Geschichte der Wissenschaften und der Astronomie im Besondern öfters beobachten lässt. Es wird fast gleichzeitig von verschiedenen Seiten her (und zwar ganz unabhängig von einander) ein lange bei Seite gelegtes und halb vergessenes Problem wieder aufgegriffen, mit frischer Kraft und neuen, richtigeren Voraussetzungen behandelt und so seiner Lösung wieder eine wesentliche Strecke näher gerückt. — Von deutschen, englischen und italienischen Gelehrten wurden jetzt neue Untersuchungen angestellt. Man beschränkte sich nun nicht mehr auf die Untersuchung des Einflusses der Sonnenflecken auf die Lufttemperatur (wie man das früher fast durchweg gethan hatte), sondern zog auch andere meteorologische Erscheinungen in den Bereich der Discussion.

So untersuchte Meldrum[1]), der Director der Sternwarte auf der Insel Mauritius, die Periodicität der Wirbelstürme des indischen Meeres und die Abhängigkeit der Niederschlagsmengen von der Fleckenperiode, Jelinek[2]) ebenfalls die Regenmengen, v. Bezold[3]) die Gewitter, ihre Anzahl wie ihre Intensität, Fritz[4]), der eifrige Mitarbeiter Wolf's in Zürich, die Periodicität der Hagelfälle, den wechselnden Stand der Alpengletscher und andere verwandte Gegenstände. Ausserdem ist durch die rastlosen Bemühungen dieses Gelehrten die Abhängigkeit der Polarlichter, ihrer wechselnden Häufigkeit und Intensität, von den periodischen Veränderungen auf der Sonne in einer jeden Zweifel ausschliessenden Weise festgestellt und nachgewiesen worden. Doch ist die Mitbetheiligung des Prof. Wolf auch an diesen Forschungen von Fritz selbst wiederholt hervorgehoben worden. Klein[5]) erörterte die wechselnde Häufigkeit der Cirruswolken, Tromholdt[6]) stellte Untersuchungen an über die Sonnen- und

1) Proc. of the R. S. Vol. 21 u. ö.; Wolf, Astr. Mitth. 31.

2) Zeitschrift der österr. Ges. f. Met VIII (1873) p. 81.

3) Ebenda X (1875) p. 322; Pogg. Ann. Bd. 136.

4) Vierteljahrsschrift der natf Ges. in Zürich, XVII (1872) p. 237; XIX (1874) p. 71.

5) Astron. Nachr. No. 1915. Wolf, Astr. Mitth. 30 u. 33.

6) Heis' Wochenschrift 1874 No. 43.

Mondhöfe und ihre Beziehungen zur Periode der Polarlichter und Sonnenflecken. Doch wurden auch die Untersuchungen über mehrjährige Perioden der Luftwärme keineswegs vernachlässigt. Hier ragt besonders die in mehrfacher Hinsicht epochemachende Arbeit des Herrn Dr. W. Köppen[1]) hervor, auf welche ich später noch vielfach zurückkommen muss. Ausserdem haben wir noch Untersuchungen von Piazzi-Smyth[2]), Stone[3]) und Celoria[4]). Hornstein zog auch den Luftdruck in den Kreis der Betrachtungen und gelangte zu überraschenden Resultaten.[5]) Gleichzeitig wies Herr Professor Zöllner in Leipzig in einigen grösseren Abhandlungen[6]) auch theoretisch wenigstens die Möglichkeit von Einwirkungen der Fleckenperiode auf irdische Verhältnisse nach und gab damit für fernere Forschungen einige heuristische Stützen.

So herrscht jetzt auf allen Seiten ein reger Wetteifer in der Behandlung dieses so interessanten und doch noch in vielen Beziehungen so räthselhaften Problems. Belege für die jetzige so erfreuliche Blüthe der Untersuchungen über alle hier einschlagenden Fragen werden sich aus den späteren Abschnitten dieser Schrift in grosser Menge entnehmen lassen. Fast jeder Jahrgang einer astronomischen, meteorologischen oder geographischen Zeitschrift enthält gegenwärtig eine oder mehrere sich auf unser Problem beziehende Arbeiten; seien es längere eingehende Abhandlungen oder kurze Notizen, durch welche dann wieder andere Forscher sich zu eingehenderen Studien aufgefordert fühlen. Nur eine Aeusserung Dove's aus der neueren Zeit möchte ich gleich hier noch anführen, da dieselbe einen starken Contrast bildet zu der weiter oben von mir mitgetheilten, einem älteren Werke dieses grossen Meteorologen entnommenen Stelle.

Im dritten Bande (1870) der »Darstellung der Wärmeerscheinungen durch fünftägige Mittel« heisst es ganz am Schlusse: »Das in »den drei Theilen nun vorliegende Material sollte zugleich dazu die»nen, für die Vergleichungen verschiedener Jahrgänge untereinander

1) Zeitschr. der österr. Ges. f. Met. VIII (1873) No. 16 u. 17.
2) Proc. of the R. S Vol. 18 p. 311.
3) Ebenda Vol. 19, p. 389.
4) Rendiconti del R. Istituto Lombardo Ser. 2, Vol. 6.
5) Sitzungsberichte der Wiener Academie vom 10. Mai 1872 und 13. April 1873.
6) Enthalten in den Sitzungsberichten der kgl. sächs. Ges. d. Wissensch. 1871.

»eine numerische Grundlage zu schaffen, um beurtheilen zu können, »ob in den mannichfachen Schwankungen der atmosphärischen Er»scheinungen um ihren normalen Zustand eine Wiederkehr analoger »Zustände sich nachweisen lässt oder nicht. Dies giebt möglicher»weise dann ein Mittel an die Hand, aus der Gegenwart, die man »mit der Vergangenheit (dem Eintritt analoger Verbreitung in frühe»ren Jahren) vergleicht, einen Rückschluss auf wenigstens die nächste »Zukunft zu machen. Die Witterungsgeschichte schliesst sich in »dieser Beziehung an die Geschichte der Völker an, für deren Ver»ständniss eine Vergleichung der Geschichtsquellen eben die grössten »Aufschlüsse zu geben vermag.«

Die Sonnenfleckenperiode ist in diesen Worten freilich nicht ausdrücklich erwähnt. Da sich aber Dove hier so günstig oder wenigstens ermuthigend über die Forschungen nach periodischen Veränderungen in der Witterung überhaupt ausspricht, darf man wohl voraussetzen, dass er gegenwärtig auch der Annahme eines Einflusses der Sonnenflecken auf die Witterung nicht mehr so abgeneigt ist als früher.

In den wenigen Jahren, welche seit der Wiederaufnahme dieser Forschungen verflossen sind, hat die Zahl der als sicher oder als fast sicher festgestellten Resultate schon eine nicht unansehnliche Höhe erreicht. Nun ist es allerdings nicht zu läugnen und es muss dies ausdrücklich hervorgehoben werden, dass daneben auch manche Resultate vorhanden sind, die noch auf schwankenden Grundlagen ruhen; einzelne davon können durch ausführlichere Untersuchungen vielleicht wieder vollkommen aufgehoben werden. Aber das glaube ich doch entschieden aussprechen zu dürfen, dass gegenwärtig ein Grundstock von Thatsachen und Resultaten gewonnen ist, welcher es verhüten wird, dass wieder eine ähnliche Periode der Zurücksetzung und Vernachlässigung über unsere Frage hereinbreche, wie ich sie oben kurz geschildert habe.

Diesen Grundstock von Resultaten einerseits ausführlich darzulegen und systematisch zu ordnen, andererseits, soweit es möglich war, zu vermehren, ist der Zweck der vorliegenden Arbeit. Sie masst sich nicht an, die ganze Sache zum endgültigen Abschluss bringen zu wollen, dazu sind viel reichhaltigere Materialien erforderlich, als sie einem einzelnen Arbeiter zu Gebote stehen und selbst

bei Benutzung des ganzen gegenwärtig vorliegenden Beobachtungsmaterials würde es nach meiner Ueberzeugung doch noch nicht möglich sein, alle einschlägigen Fragen so zu lösen, dass Zweifel und Unsicherheiten nicht mehr bestehen blieben. Haben wir doch gegenwärtig die Entdeckung gemacht, dass gerade viele, anscheinend mehr nebensächliche Aufzeichnungen, wenn sie nur consequent fortgesetzt werden, über die Probleme, welche hier erörtert werden sollen, höchst wichtige Aufschlüsse geben können (z. B. Aufzeichnungen der Blitzschläge, Hagelfälle, Cirruswolken, Mond- und Sonnenhöfe) und gerade auf solche Erscheinungen hat man eben erst begonnen, mehr Gewicht zu legen und sie regelmässig aufzuzeichnen, so dass die Ausbeute aus den Beobachtungsregistern, vorzüglich den früheren Zeiten angehörigen, in dieser Beziehung oft eine äusserst geringe ist.

Die bisher gewonnenen Resultate sind in den verschiedensten wissenschaftlichen Zeitschriften sowie in den Abhandlungen und Sitzungsberichten gelehrter Gesellschaften zerstreut. Dies musste eine Uebersicht derselben sehr erschweren. Deshalb wird eine vergleichende Zusammenstellung und systematische Anordnung derselben, wie ich hoffe, nicht ganz unwillkommen und für manche Zwecke bequem und nützlich sein.

Somit ist die erste Aufgabe der vorliegenden Arbeit, die wichtigsten meteorologischen Erscheinungen der Reihe nach zu durchmustern und bei einer jeden derselben die Frage zu beantworten: Was wissen wir bis jetzt von einer Beziehung der verschiedenen meteorologischen Erscheinungen zur Sonnenfleckenperiode und welcher Werth und welche Sicherheit ist den erlangten Resultaten beizulegen? Soweit es mir möglich war, bin ich selbstverständlich auf die betreffenden Originalabhandlungen zurückgegangen. Zu meinem Bedauern musste ich in einigen Fällen bei kurzen Auszügen in Zeitschriften stehen bleiben, da mir das Original nicht oder noch nicht erreichbar war. Gerade in dieser Beziehung ist der Verfasser den Herren Professoren Bruhns und Zöllner zu besonderem Dank verpflichtet, da ihn die genannten Herren durch Nachweisung und Herbeischaffung von Quellenschriften auf das Freundlichste unterstützt haben.

Diesem ersten Theil werden sich in den meisten Fällen noch

eigene Untersuchungen des betreffenden Gegenstandes anschliessen, soweit es mir nach Massgabe des vorhandenen und mir zugänglichen Materials möglich war, solche anzustellen. In einzelnen Fällen, wo eine eingehende Untersuchung des ganzen vorhandenen Materials einen unverhältnissmässigen Umfang angenommen hätte, habe ich mich darauf beschränkt, wenigstens den einzuschlagenden Weg zu bezeichnen, die von einer ausführlicheren Discussion zu erwartenden Resultate kurz zu characterisiren, mir aber die weitere Ausführung dieser Grundzüge für künftige umfangreichere Untersuchungen, zu welchen überhaupt jede Zeile dieser Arbeit dringend aufforderte, vorbehalten.

Bevor ich aber zu den einzelnen Erscheinungen und ihrer Discussion übergehen kann, wird es nöthig sein, wenigstens kurz die Methoden zu erörtern, nach welchen ich bei der Anstellung der folgenden Untersuchungen verfahren bin. Es können hierdurch Auseinandersetzungen erspart werden, welche sonst an manchen Stellen den fortlaufenden Gang der Betrachtungen unterbrechen müssten.

Von der grössten Wichtigkeit für die nachfolgenden Untersuchungen ist die Beantwortung der Frage: Wie haben wir zum Zwecke der Vergleichung mit meteorologischen Erscheinungen die Zeiten grösster und geringster Häufigkeit der Sonnenflecken von den Zeiten einer mittleren Frequenz abzugrenzen und welche Theile einer Fleckenperiode haben wir besonders in's Auge zu fassen? Gerade über diesen Punkt waren und sind die Ansichten sehr verschieden. Ich theile die Methoden, nach welchen man verfahren kann, einzeln mit und erörtere kurz die Vorzüge und Mängel einer jeden derselben.

1) Es können diejenigen Jahre, in welchen das Fleckenmaximum eintrat, mit den das Minimum enthaltenden direct verglichen werden. Diese Methode ist mir nur wenige Male begegnet und eignet sich auch kaum zu specielleren Untersuchungen. Es wird später mehrfach gezeigt werden, dass bei solchen Perioden irdischer Erscheinungen, welche der Fleckenperiode ähnlich verlaufen, die Wendepunkte der irdischen Curve nicht immer genau auf Maximal- oder Minimaljahre der Sonnenflecken fallen. Bisweilen eilt die Curve der irdischen Erscheinung der Fleckencurve etwas voraus, meist aber bleibt sie hinter der Fleckencurve zurück, und diese Verspätung kann sich (z. B. bei der Regencurve) bis auf 3—4 Jahre ausdehnen.

Dass man somit bei Heranziehung nur der Maximal- und Minimaljahre ganz unrichtige Resultate erhalten muss, liegt auf der Hand und manche ältere Untersuchungen (u. A. die von Meech und Flauguergues) sind in der That gerade an dieser Klippe gescheitert.

2) Bei einer Mehrzahl von Arbeiten sind dreijährige Durchschnitte gewählt. Es wird z. B. die Regenmenge des Maximaljahres, des ihm vorhergehenden und des ihm folgenden Jahres vereinigt und dann entweder diese Zahl unmittelbar oder der daraus abgeleitete Durchschnittswerth für ein Jahr mit den entsprechenden Werthen der Minimalgruppe verglichen. Diese Methode ist weit mehr zu empfehlen als die vorhergehende, hat aber doch noch den Nachtheil, dass sie den Verspätungen der irdischen Curven auch nicht immer Rechnung trägt. Ausserdem werden häufig in den betreffenden Mittheilungen nur die Werthe für die in jene beiden Gruppen fallenden Jahre aufgeführt, so dass man über das Verhalten der dazwischenliegenden Jahre in Ungewissheit bleibt. Dieser Umstand muss natürlich die Beweiskraft derartiger Untersuchungen ganz wesentlich schwächen.

3) Sodann werden häufig Gruppen von je 5 Jahren zusammengezogen (das Epochenjahr, die beiden vorhergehenden und die beiden nachfolgenden Jahre). Hierbei liegt das Wendejahr der irdischen Erscheinung wohl stets innerhalb des Rahmens der Untersuchung, auch ist die Zahl der etwa ganz weggelassenen Jahre hier weniger bedeutend, so dass sich der Gang der Erscheinung gut erkennen lässt. Von dieser Methode ist in der vorliegenden Arbeit häufig Gebrauch gemacht worden, wenn auch in einzelnen Fällen, wo die Wendepunkte der irdischen Erscheinung genau oder fast genau mit denen der Fleckencurve zusammenfielen, ohne Bedenken dreijährige Durchschnitte angewendet werden konnten. Ich habe aber in diesem Falle, sofern mich nicht meine Quellen selbst im Stich liessen, immer auch die Werthe für die nicht benutzten Jahre mitgetheilt.

4) Besonders in neuester Zeit sondert man häufig aus der Zahl der Beobachtungsjahre zuerst diejenigen aus, deren Fleckenrelativzahlen über dem Mittel stehen, dann die Jahre, in welchen z. B. der Betrag des gefallenen Regens das vieljährige Mittel übertraf, und prüft nun beide Classen von Jahren auf ihr etwaiges Zusammen-

treffen. Ebenso verfährt man dann mit den fleckenarmen und regenarmen Jahren. Auch greift man wohl nur die Jahre mit ganz besonders hohen (> 75 etwa) und ganz besonders niedrigen (< 25) Relativzahlen heraus und betrachtet dann nur diese. Auch diese Methode ist nicht unvortheilhaft, liefert aber in manchen Fällen (so z. B. gerade bei der Regenmenge) ungünstige Resultate, weil die Jahre grösster Niederschlagsmenge häufig erst kurz vor dem nächsten Fleckenminimum eintreten, und umgekehrt die trockensten dem nächsten Fleckenmaximum ziemlich nahe rücken.

5) Endlich lassen sich die Jahre der fallenden Fleckenmenge mit denen der steigenden Fleckenzahl vergleichen. Ist also beispielsweise die Periode 1816—1829 gegeben (beide Jahre Maximaljahre, das dazwischenliegende Minimum trat 1823 ein), so kann ich die Jahre 1816—1822 mit den Jahren 1823—1828 vergleichen, indem ich die erstere Gruppe (in den folgenden Untersuchungen stets mit *A* bezeichnet) als noch unter dem Einflusse des vorangegangenen Maximums, die zweite (mit *B* bezeichnet) unter dem Einflusse des Minimums stehend betrachte. Diese Eintheilung hat offenbar den Vorzug, dass sie allen, auch den grössten Verspätungen der irdischen Curven gerecht wird und so in manchen Fällen das periodische Steigen und Fallen einer Erscheinung weit deutlicher hervortreten lässt als die anderen Methoden. Es wird sich zeigen, dass bei Berechnung des durchschnittlichen Werthes der Luftwärme, Regenmenge etc. für je ein Jahr dieser beiden Gruppen bei nicht wenigen Erscheinungen die Unterschiede ganz erheblich werden können und durch viele Perioden in gleichem Sinne lauten. Weniger gut lässt sich diese Eintheilung anwenden bei Erscheinungen, deren Wendepunkte genau mit den Maximis und Minimis der Fleckencurve zusammenfallen, oder gar noch etwas vorher eintreten. Dann muss man zu einer der oben sub 1—4 geschilderten Verfahrungsweisen übergehen.

In der Regel werden nur die meteorologischen Erscheinungen ganzer Jahre mit einander verglichen. Für viele Phänomene wird das auch ausreichen, indessen habe ich doch geglaubt, bei den Wärmeerscheinungen und den Niederschlagsverhältnissen auch kürzere Abschnitte als ein Jahr betrachten zu müssen. Ich verglich nämlich auch die Jahreszeiten (vorzüglich Winter und Sommer) in

ihren Erscheinungen und ihren Abweichungen vom Normalzustande mit einander und fand, dass bei einer gesonderten Betrachtung derselben die Spuren der elfjährigen Periode wenigstens bei der Luftwärme deutlicher hervortreten als bei der Vergleichung ganzer Jahre. Auch für das so oft behauptete Vorkommen besonders kalter Winter in der Nähe des Fleckenmaximums und besonders heisser Sommer in der Nähe des Minimums waren solche Einzelbetrachtungen nicht unwichtig und haben manche Resultate ergeben, welche vielleicht von allgemeinerem Interesse sein können. Von ähnlicher Bedeutung war die gesonderte Betrachtung (namentlich des Sommers) für die Beziehungen zwischen Fleckenmenge und Regenmenge und insbesondere für die wechselnde Intensität der mitteleuropäischen Sommerregenzeit (wie sie Dove genannt hat). Von dieser interessanten Erscheinung wird in dem betreffenden Capitel ausführlicher die Rede sein, nur soviel sei hier schon erwähnt, dass sich gezeigt hat, wie gerade in der Dauer und Intensität unserer sommerlichen Regenzeit sich eine Beziehung zur Fleckenperiode in der Weise erkennen lässt, dass beide in den Jahren der Gruppe *A* (s. oben p. 11) in der Regel grösser sind, als in der Gruppe *B*. Bei Betrachtung nur der Jahresmittel würde dieser Unterschied gänzlich unbeachtet bleiben.

Die Zahlen, welche zum Beweise der Periodicität einer Erscheinung dienen sollen, werden in den Originalmittheilungen häufig nur nackt hingestellt, ohne dass sie weiter verarbeitet würden. Ich habe deshalb die vorgefundenen Zahlenangaben nach Massgabe der auf den letzten Seiten erörterten Regeln einer Discussion unterworfen und in manchen Fällen durch graphische Darstellungen zur Anschauung gebracht. Es fand sich, dass öfters noch andere ganz interessante Resultate aus den eingehender bearbeiteten Zahlen abgeleitet werden konnten.

Die erhoffte Periodicität einer Erscheinung wurde in manchen Fällen durch den Betrag des wahrscheinlichen Fehlers fast wieder vernichtet. Ich glaubte aber in solchen Fällen die Resultate doch noch mittheilen zu müssen, da bei einer Hinzuziehung anderer Stationen oder längerer Beobachtungsreihen sich die Sache leicht noch günstiger gestalten kann.

Wo nur wenige Jahre hindurch eine Erscheinung regelmässig

beobachtet und aufgezeichnet wurde, oder nur von wenigen Orten Aufzeichnungen vorhanden waren (z. B. für Sonnenhöfe, Blitzschläge u. a.), habe ich die daraus erhaltenen Resultate zwar aufgenommen (einmal der Vollständigkeit wegen und dann um vielleicht andere gründlichere Untersuchungen etwa noch unbenutzten Materials hervorzurufen), jedoch darauf hingewiesen, dass die Resultate noch weit von absoluter Zuverlässigkeit entfernt sind.

Die Angaben über Lufttemperatur sind in der ganzen Abhandlung in Celsiusgraden ausgedrückt, die Barometerhöhen in Millimetern angegeben [1]. Die Regenhöhen sind nur bei den Stationen der verschiedenen deutschen Beobachtungsnetze in Pariser Linien und Zoll wiedergegeben; sonst ebenfalls in Millimetern.

Die Untersuchungen, welche ich über mehrjährige Perioden der Luftwärme angestellt habe, wurden wesentlich bestimmt durch die Arbeit von Dr. W. Köppen (»Ueber mehrjährige Perioden der Witterung«; im Jahrgang 1873 der Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie). In dieser Abhandlung stellt Dr. Köppen zuerst die Thatsache fest, dass die von der Fleckenperiode mittelbar oder unmittelbar abhängige Schwankung der Temperatur nicht gleichzeitig auf der ganzen Erde eintritt, sondern zunächst am Aequator, nach den Polen zu aber immer später fühlbar wird. Wenn nun durch die Feststellung dieser Thatsache einerseits Anlass zu sehr ausgedehnten Specialuntersuchungen des Verhaltens der einzelnen Gegenden gegeben ist, so war doch andererseits gerade dies für mich ein Motiv, von einer Discussion der Frage nach Beziehungen zwischen Fleckenmenge und Luftwärme, soweit die ganze Erde und ganze Jahre dabei in Betracht kamen, für diesmal abzusehen, da ich andere Quellen, als die von Dr. Köppen mit so gutem Erfolg benutzten, wohl kaum hätte heranziehen können.

Dagegen schien es mir nicht unangemessen, nach einigen anderen Seiten hin die Köppen'schen Untersuchungen zu erweitern und zu vervollständigen, indem ich die von Dr. Köppen erhaltenen Zahlen nach 3- und 5jährigen Gruppen, sowie nach den oben besprochenen Gruppen *A* und *B* gruppirte und die auf diese Weise

---

1) Sofern nicht für Beides einzelne Ausnahmen ausdrücklich angegeben und begründet sind.

erlangten Resultate in einigen Tafeln zusammenstellte. Auch diese Tafeln bestätigten durchaus die wirkliche Existenz der von Dr. Köppen nachgewiesenen Periode.

Von den nachfolgenden Betrachtungen ausgeschlossen blieben zunächst die Untersuchungen über die Periodicität der jährlichen Declinationsvariation der Magnetnadel. Der Grund hierfür ist der folgende: Die periodisch wechselnde Grösse der Declinationsvariation wird mit der grössten Sorgfalt von Professor Wolf discutirt und mit dem Fleckenstande der Sonne in directe Beziehung gebracht. Wolf hat sogar Formeln construirt, mit deren Hülfe er, wenn die Fleckenrelativzahl eines Jahres bekannt ist, den Betrag der magnetischen Declinationsvariation für dieses Jahr und einen gegebenen Ort ableiten kann. Auf diese Untersuchungen ausführlich einzugehen, erschien mir überflüssig, da dieselben bereits allgemein bekannt und anerkannt sind.

In der Hauptsache ebenfalls ausgeschlossen blieben die Untersuchungen über die Periodicität des Polarlichts. Keine irdische Erscheinung schliesst sich inniger an den Verlauf der Fleckencurve an, als die periodisch wechselnde Häufigkeit und Intensität des Polarlichts. Die kleinere (elfjährige) Periode des Polarlichts steht gegenwärtig (besonders durch die Bemühungen des Professor Fritz in Zürich) vollkommen fest. Es bleiben allerdings noch sehr viele Nebenfragen zu erledigen, die Erörterung derselben würde aber mit dem Gegenstande dieser Abhandlung nur entfernt zusammenhängen. Doch soll damit eine (hier und da sogar nothwendig werdende) Bezugnahme auf die Polarlichterperiode und ihre Eigenthümlichkeiten keineswegs ausgeschlossen sein. Was den von Manchen vermutheten Zusammenhang einzelner Polarlichter mit meteorologischen Erscheinungen betrifft, so wird sich ebenfalls an verschiedenen Stellen Gelegenheit zur Berührung dieses besonders interessanten Problems bieten; eine eingehende Bearbeitung desselben lag nicht im Plane dieser Arbeit.

Bekanntlich giebt es ausser der elfjährigen Periode der Sonnenflecken auch noch eine grössere. Ihre Dauer steht noch nicht ganz fest, Wolf und Fritz nehmen $55^1/_2$, Klein 67, Hornstein 70 Jahre dafür an. Aus mehrfachen Anzeichen geht sogar hervor, dass noch eine dritte, mehrere Jahrhunderte umfassende Periode der Son-

nenflecken und besonders der Polarlichter existiren muss. Die Länge derselben wird von Fritz gegenwärtig zu 222 Jahren angenommen. In diesem Falle würde die grösste Periode vier mittlere oder zwanzig kleinere (zu elf Jahren) umfassen, wenn man für die Länge der mittleren Periode den Wolf'schen Werth annimmt. Gerade aus Polarlichterbeobachtungen wird sich die grösste Periode am besten ableiten lassen, da die Curve der Polarlichter der Fleckencurve genau entspricht, nur dass bei ihr die Maxima und Minima weit schärfer hervortreten. Auch sind die Nachrichten über bedeutende Polarlichterscheinungen für die Zeit vor der Entdeckung der Sonnenflecken die einzigen Fingerzeige, um den Verlauf der Fleckenperioden einigermassen zu erkennen.

Es liegt nun nahe, auch diesen grösseren Perioden einen Einfluss auf die meteorologischen Phänomene zuzuschreiben. Ich habe deshalb am Schlusse der Erörterungen über die elfjährige Periode der Lufttemperatur das Wenige zusammengestellt, was bisher über Schwankungen der mittleren Jahrestemperaturen in Perioden von mehr als elf Jahren ermittelt werden konnte. Es ist auffallend, wie geringe Aufmerksamkeit man bisher diesem Gegenstande zugewendet hat, welcher doch in Verbindung mit anderen Thatsachen (säculare Aenderungen der Declination und Inclination?) in Zukunft noch von grosser Bedeutung werden kann. Für jetzt wird man sich noch darauf beschränken müssen, die Thatsachen einfach zu registriren, denn zum Aufstellen von umfassenden Hypothesen über Ursache und eigentliches Wesen dieser grösseren Perioden reicht das Material bei weitem noch nicht aus. In diesem Theile der Untersuchungen wird auch die neuerdings von Dr. W. Köppen aufgestellte 45jährige Periode eines Wiederkehrens anhaltender und intensiver Kälte auf dem grössten Theile der Erdoberfläche eine, wenn auch kurze, Erwähnung finden müssen.

Diese Periode darf um so weniger unbeachtet bleiben, als sie vor Kurzem eine in der That bemerkenswerthe Bestätigung erhalten zu haben scheint; indem das kalte Epochenjahr, dessen Eintritt Dr. Köppen vor mehreren Jahren für 1875 angekündigt hatte, nach den ihm aus Europa und Amerika zugegangenen Mittheilungen thatsächlich, wie derselbe die Freundlichkeit hatte, mir mitzutheilen, eingetroffen ist. Es ist zu wünschen, dass in Folge dieser, wie nicht

zu leugnen ist, auffallenden Bestätigung recht Viele dieser räthselhaften Periode[1] ihre Aufmerksamkeit widmen möchten.

Diese kurzen Bemerkungen und Erläuterungen werden, wie ich hoffe, zum Verständniss der nun folgenden Untersuchungen ausreichend sein.

1) Das nächste kalte Jahr dieser Periode fällt allerdings erst auf 1920.

Erster Abschnitt.

Sonnenflecken und Luftwärme.

Bevor ich zu dem heutigen Stande unserer Kenntnisse über mehrjährige Perioden der Lufttemperatur und deren Zusammenhang mit der Periode der Sonnenflecken übergehe, ist es nothwendig, kurz den Gedankengang und die Resultate der wichtigeren, bis zur Gegenwart über diesen Gegenstand veröffentlichten Arbeiten zu erörtern. Es wird sich dabei deutlich zeigen, wie unser Problem von Zeit zu Zeit von einzelnen Forschern aufgegriffen und bearbeitet wurde, ohne dass nach Lage der Sache irgendwie zufriedenstellende Resultate damals erreicht werden konnten.

Der Erste, welcher nach der Entdeckung der Sonnenflecken die Ansicht ausgesprochen hat, dass sie auch auf irdische Verhältnisse Einfluss haben möchten, war Riccioli in seinem neuen Almagest, welcher 1651 zu Bologna erschien[1]. Schon Riccioli spricht die Ansicht aus, welche heute die allgemein anerkannte ist, indem er bei Abnahme der Fleckenmenge eine Steigerung der Temperatur eintreten lässt. Als Beispiele (wohl aber nur nach Beobachtungen auf einem beschränkten Gebiete) führt er die grosse Hitze im September 1632 und die auffallende Kälte im Juni 1642 an. Zu ersterer Zeit sei von mehreren Beobachtern kein Flecken gesehen, zu der letzteren habe aber die Sonne sehr viele gezeigt. Jedenfalls ist es interessant, dass schon Riccioli die Frage in demselben Sinne entschied, wie wir es jetzt thun, während zwischen seiner und unserer Zeit lange Perioden liegen, in welchen die entgegengesetzte Ansicht die meisten Anhänger zählte.

1) Wolf, Literatur über Sonnenflecken. No. 158.

Im Jahre 1671 stimmte Athanasius Kircher[1]) in seinem Iter exstaticum coeleste der Ansicht Riccioli's vollständig bei und sprach geradezu aus, dass es bei sonst gleichen Umständen wärmer und trockener bei wenigen Flecken, kälter bei vielen Flecken sei.

Nicht lange darauf, im Jahre 1690, treffen wir bei dem Franzosen Dechales[2]), welcher in diesem Jahre zu Lyon einen »Cursus seu mundus mathematicus« herausgab, wieder auf eine uns interessirende Notiz. Dechales sagt, dass Einige (wohl eben Riccioli und Kircher) aus der geringen Zahl der Flecken besonders heisse Jahre ableiten wollten. Es sei dies aber unbegründet, da die letztvergangenen Jahre fast keine Flecken gezeigt hätten (auf 1689 fiel ein Minimum), ohne doch besonders heiss gewesen zu sein. Auch Dechales scheint indessen nur die Temperaturverhältnisse der ihm zunächstliegenden Gegenden in das Auge gefasst zu haben.

Aus dem ganzen 18. Jahrhundert ist nur eine Aeusserung des Philosophen Wolf erwähnenswerth[3]). Wolf erwähnt bei Gelegenheit des harten Winters von 1709 (auf welchen unten ausführlicher zurückzukommen sein wird), dass sich am 6. Januar 1709 an der Sonnenscheibe zwei Flecken gezeigt hätten, von denen der grössere am 5. Februar noch nicht verschwunden war (?). Wolf demonstrirt dann, dass die Fläche derselben zu gering gewesen sei, um die Sonnenwärme merklich vermindern zu können, indem der grössere von ihnen nur $^1/_{40}$ der Sonnenoberfläche eingenommen habe.

Am Schlusse seiner grossen Abhandlung über die Natur und Beschaffenheit der Sonne kommt Herschel[4]) auch auf die Frage eines Einflusses der Sonnenflecken auf die Jahreswärme zu sprechen. Bei dem Interesse, welches die Aeusserungen und Gedanken eines Mannes wie Herschel auch heute noch beanspruchen können, wird es nicht unangemessen sein, einige der wichtigsten Stellen vollständig mitzutheilen. Herschel geht von dem Grundprincip aus, dass die Anwesenheit zahlreicher Flecken ein Zeichen von Gesundheit der Sonne (wie er sich ausdrückt), also der normale Zustand, Flecken-

1) Wolf, l. c. 88. 2) Wolf, l. c. 146.

3) In seinem Werke: Meletemata mathematico-philosophica, Halae 1755; vergl. auch Pfaff: Ueber die strengen Winter, vorzüglich des 18. Jahrh. Kiel 1809, I p. 38.

4) Phil. Transact. 1801 p 310—316.

losigkeit dagegen eine anomale Erscheinung, ein Krankheitszustand sei. »It appears«, sagt er, ... »that our sun has for some time past »been labouring under an *indisposition,* from which it is now in a fair »way of *recovering*«. Wenn Fleckenlosigkeit ein anomaler Zustand sei, müsse sich die geminderte Ausstrahlung von Licht und Wärme, schliesst er weiter, auch auf der Erde bemerklich machen. Doch fügt er gleich darauf hinzu, dass die Nachweisung eines Einflusses der wechselnden Sonnenthätigkeit auf irdische Erscheinungen grossen Schwierigkeiten begegnen werde, zumal eine Aenderung in der Sonnenthätigkeit nicht nothwendig auf der ganzen Erde die gleichen Wirkungen hervorbringen müsse. Gerade dieser Satz erscheint mir sehr wichtig, und doch ist er von den nächsten Nachfolgern Herschel's auf diesem Gebiete bei weitem nicht genügend berücksichtigt worden. Herschel will nun die betreffenden Untersuchungen zunächst auf ein kleineres, leicht übersehbares Gebiet beschränkt wissen und gelangt schliesslich zu seinem oft verspotteten Satze, dass man den günstigen oder ungünstigen Gesammtcharakter eines Jahres nach dem Gedeihen des Weizens beurtheilen könne. Dann wendet er sich zu einer specielleren Untersuchung der einzelnen fleckenreichen und fleckenarmen Zeiträume. Es wird genügen, wenn ich die einzelnen Gruppen und die entsprechenden Weizenpreise nebeneinanderstelle:

Tab. 1.

Gruppe.	Fleckenstand nach Herschel.	Preise (im Mittel).		
		£	s.	d.
1650—1671	Fast ganz ohne Flecken	2	10	$5^{19}/_{21}$
1676—1684, April	Kein Flecken nach Flamsteed ...	2	7	7
1685—1691	Mit Flecken	1	17	$1^3/_4$
1686—1688	Nach Cassini kein Flecken	1	15	$0^2/_3$
1689—1691	Mit Flecken	1	12	$10^2/_3$
1690—1694	- -	2	9	$4^4/_5$
1695—1700	Keine Flecken	3	3	$3^1/_5$
1700—1704	Flecken	1	17	$11^1/_5$
1706—1709	-	2	3	$7^1/_2$
1710—1713	Nur 1710 und 1713 je ein Flecken ..	2	17	4
1714—1717	Flecken	2	6	9

Die Preise bezogen sich auf Windsor (1 Quarter zu 9 Bushels).

Herschel kommt zu dem Resultate, dass diese Zahlen seiner

Hypothese günstig seien, bemerkt aber gleichwohl unmittelbar darauf, dass wohl die richtige Abwechslung von Regen und Trockenheit noch grösseren Einfluss haben möchte, als die wechselnde Sonnenstrahlung. Doch sagt er dabei, dass jene »circumstances of proper »alternations of rain, dry weather, winds or whatever else may con- »tribute to favour vegetation in this climate, may possibly *depend on »a certain quantity of sunbeams transmitted to us at proper times.«* Mit diesen letzten Worten hat Herschel eine Frage berührt, welche gegenwärtig auf das Lebhafteste discutirt wird und die durchaus nicht mehr einfach als müssig bei Seite geschoben werden kann. — Die auf p. 19 mitgetheilte Tabelle giebt mir noch zu folgenden Bemerkungen Veranlassung: Wenn Herschel die Zeit von 1650—1671 als fleckenfrei bezeichnet, so übergeht er dabei ganz das Maximum von 1660. Wahrscheinlich standen ihm für jene Zeit keine genügenden Beobachtungen zu Gebote. Ebenso ist das Minimum von 1689 bei Herschel nicht besonders hervortretend. Abgesehen von diesen beiden Fällen stimmen aber Herschel's Gruppen der fleckenreichen und fleckenarmen Jahre mit den Perioden Wolf's ganz gut überein.

Wenn nun auch zugegeben werden muss, dass der Versuch, Sonnenflecken und Kornpreise in eine directe Beziehung zu setzen, aus mehreren Gründen keinen grossen Erfolg haben kann, so darf man doch durchaus nicht die Sache in das Lächerliche ziehen und Herschel aus seiner Vergleichung einen Vorwurf machen. Gegenwärtig werden ganz ähnliche specielle Erscheinungen (Stand der Alpengletscher, Weinjahre, sogar Heuschreckenmenge) mit der Fleckenperiode in Verbindung gebracht und zwar (wie sich das später zeigen wird) durchaus nicht ohne Erfolg.

Nach Herschel ist zunächst der unermüdliche Beobachter Flauguergues zu nennen, welcher von 1788—1830 zu Viviers in Südfrankreich vielfältige astronomische und meteorologische Untersuchungen angestellt hat. In seinen Beobachtungsjournalen finden sich von Zeit zu Zeit Bemerkungen über den Einfluss der Sonnenflecken auf die Witterung, welche Wolf[1]) mitgetheilt hat. Flauguergues scheint im Laufe der Jahre seine Ansicht gewechselt zu

1) Unter No. 164 seines Literaturverzeichnisses.

haben. Bei Gelegenheit des sehr heissen Augustmonates 1807 schreibt er: »Le soleil a été immaculé pendant tout ce mois et dans le pré»cédent je n'ai vu qu'une petite tache, *cela peut avoir contribué aux »chaleurs fortes et continues, que nous avons ressentis.*« Wenige Jahre später (1810) erwähnt er des von mehreren Seiten gemachten Versuches, die von den Alten berichtete Trübung der Luft und Minderung der Wärme beim Tode Cäsars auf die Sonnenflecken zurückzuführen, und erklärt, dass diese Ansicht unhaltbar sei, da während der kalten Jahre 1809 und 1810 fast gar keine Flecken sichtbar gewesen seien, während sie sich im heissen Sommer von 1807 sehr[1]) zahlreich gezeigt hätten. Das stimmt freilich mit der oben mitgetheilten Aeusserung über eben jenen Sommer von 1807 in keiner Weise überein. Von den merkwürdigen Temperaturverhältnissen zur Zeit jenes sehr tiefen und ungewöhnlich lange andauernden Minimums der Sonnenflecken wird weiter unten noch ausführlich gesprochen werden müssen.

Nur kurz sei erwähnt, dass im Gegensatz zu jener ersten Aeusserung von Flauguergues der englische Astronom Meech die ungemeine Wärme des Sommers 1807 gerade von der Anwesenheit mehrerer grosser Sonnenflecken ableiten wollte.

In die nämliche Zeit fallen die Bemerkungen von Schubert in Petersburg[2]). Die hierhergehörige, sehr beachtenswerthe Stelle lautet folgendermassen: »Wenn, wie es gar nicht unwahrscheinlich »ist, beide Seiten des Sonnenkörpers nicht gleiche physische Be»schaffenheit haben, so muss daraus in unserer Witterung eine Pe»riode von 27 Tagen entstehen, der wir vielleicht manche Aende»rungen zu danken haben, die bisher blos auf Rechnung des Mondes »geschrieben sind. Könnten nicht sogar plötzliche Revolutionen in »der Sonnenatmosphäre, deren Wirkung sich schon nach 8 Minuten »auf der Erde äussern muss, hier ebenso plötzliche Aenderungen »des Wetters verursachen?«

Die in dem ersten Satz enthaltene Hypothese ist bekanntlich durch die Untersuchungen von Nervander, d'Arrest, Buys-Ballot und anderen Forschern seitdem sehr wahrscheinlich geworden.

1) Ist nicht ganz richtig.
2) Schubert, Populäre Astronomie, Petersburg 1810; Wolf, l. c. No. 91.

Ob aber plötzliche Sonnenrevolutionen auch in der Witterung einen plötzlichen Wechsel hervorbringen können, ist bis jetzt noch äusserst zweifelhaft. Dass dieselben aber auf den Erdmagnetismus gewaltig einwirken und auch im Stande sind, weit ausgedehnte, grossartige Erscheinungen des Polarlichts hervorzurufen, wissen wir bestimmt seit der berühmten und oft beschriebenen Thatsache des 1. September 1859, welche Carrington beobachtet und publicirt hat (vgl. hierüber u. a. die Schrift des Herrn Prof. Zöllner: Ueber den Ursprung des Erdmagnetismus und die magnetischen Beziehungen der Weltkörper, p. 525). Beiläufig möge hier erwähnt sein, dass schon am 20. October 1825 berichtet wird[1]), wie zu Prag beim Erscheinen dreier sehr grosser Sonnenflecken die Magnetnadel eine plötzliche Abweichung von 15′ zeigte. Von den neueren Erscheinungen dieser Art ist die vom 7. Juli 1872 die bekannteste[2]). Nach Tacchini waren sogar von 42 Nordlichtern nur 7 nicht von aussergewöhnlichen Vorgängen auf der Sonne begleitet[3]). Ob sich noch einmal für die meteorologischen Erscheinungen ein ähnliches Zusammentreffen feststellen lassen wird, muss die Zukunft lehren.

Nach einer längeren Reihe von Jahren war es zuerst wieder der schweizerische Naturforscher Gautier, welcher unserer Frage seine Aufmerksamkeit schenkte[4]). Die Hülfsmittel Gautier's waren, wie es damals (1846) kaum anders sein konnte, noch sehr beschränkt; ihm standen nur die von Schwabe alljährlich in den Astronomischen Nachrichten veröffentlichten Fleckenberichte für die Jahre 1826—1843 und von Temperaturtabellen nur die denselben Zeitraum umfassenden von Paris, Genf und dem grossen St. Bernhard und ferner die im ersten und zweiten Bande von Dove's nichtperiodischen Aenderungen etc. enthaltenen Zahlen zur Verfügung. Ueber die Dauer der Fleckenperiode war ihm Sicheres noch nicht bekannt. Die von Gautier untersuchte Jahresreihe war insofern für die Erörterung ungünstig, als sie die sehr kurze Periode von 1829—1837 enthielt. In diesem kurzen Zeitraum lassen sich die Wirkungen des Maximums und des (auf 1833 fallenden) Minimums nicht so deutlich unterscheiden, als in längeren Perioden. Auch war das Mini-

1) Wolf, l. c. No. 222.
2) Heis, Wochenschrift für Astronomie, 1872, No. 37.
3) Ebenda, 1872, No. 46.
4) Pogg. Ann. Bd. 68.

mum nicht sehr tief und die Menge der Flecken schrumpfte nie so zusammen als z. B. bei dem tiefen Minimum von 1810.

Die Resultate Gautier's finden sich in zwei Tabellen zusammengestellt, aus welchen wenigstens einige der Hauptergebnisse mitgetheilt werden sollen. Es möge gleich hier bemerkt werden, dass Gautier die fleckenarmen Jahre mit Entschiedenheit für die wärmeren hält. In der ersten Tabelle sind mit Benutzung von Dove's Listen 33 europäische Stationen aufgeführt, von welchen 31 ein der Annahme Gautier's günstiges Resultat ergaben. Die abweichenden Stationen sind Reykiavik und Parma. Dass die Temperaturverhältnisse Islands zu denen Mitteleuropas in der Regel einen Gegensatz bilden, ist bekannt und wird auch im weiteren Verlauf dieser Untersuchungen noch mehrfach hervortreten. Der Ueberschuss von 1,05 ° C., welcher sich hier zu Gunsten der fleckenreichen Jahre zeigt, ist also für die Resultate aus den übrigen Stationen nicht von Bedeutung. Parma ergab ebenfalls 0,45 ° C. Ueberschuss für die fleckenreicheren Jahre, steht aber ganz isolirt. Die übrigen 31 Stationen lieferten dagegen durchaus günstige Resultate. Im Mittel betrug bei den europäischen Stationen der Ueberschuss zu Gunsten der fleckenärmeren Jahresgruppen (1826, 1832—1835, 1841—1813) 0,565 ° C. Es folgen 29 amerikanische Stationen, von welchen freilich nur 18 ein positives, 11 aber ein negatives Resultat ergeben. Der mittlere Ueberschuss für die fleckenarmen Jahre ist bei den 18 günstigen Stationen 0,63 ° C.; bei den 11 ungünstigen stellt sich dagegen für die fleckenreicheren Jahre ein Ueberschuss von 0,75 ° C. heraus. Man sieht, dass hier die Resultate nicht allzu günstig lauten. Die zweite Tabelle enthält die Beobachtungen von Paris, Genf und dem grossen St. Bernhard. Auch hier sind die 18 Beobachtungsjahre in Gruppen zerlegt, und zwar folgendermassen:

A 1826 mit 1841—1843 fleckenarm,
B 1827—1831 fleckenreich,
C 1832—1835 fleckenarm,
D 1836—1840 fleckenreich.

In den Resultaten giebt sich zunächst das kalte Jahr 1829, das fast ebenso niedrig stehende 1838 (dann auch 1830), endlich das sehr warme Jahr 1834 deutlich zu erkennen. Ich kann natürlich Einzelwerthe hier nicht mittheilen, zumal weiter unten gerade auf diese

sehr interessante Periode näher eingegangen werden soll; nur die Schlussresultate seien angeführt. Es ergaben:

Tab. 2.

Ort.	Gruppen.	Summe der Mitteltemperaturen aus beiden Gruppen.
Paris	$B + D$	21,02
	$A + C$	22,30
Genf	$B + D$	18,67
	$A + C$	19,32
Bernhard	$B + D$	— 2,61
	$A + C$	— 2,25

Gautier war der Erste, welcher die Beobachtungsreihen einer grösseren Anzahl von Orten zur Vergleichung heranzog, so unvollkommen und wenig sicher seine Resultate aus den schon angegebenen Gründen auch waren, so ist es doch sehr zu bedauern, dass seine Arbeit vor der Hand so wenig beachtet wurde und wiederum eine Reihe von Jahren verging, bis sich ein anderer Forscher unseres Problems annahm.

Ich komme zu der sehr interessanten Abhandlung von Karl Fritsch, welche derselbe am 11. November 1853 der Wiener Academie vorlegte. Fritsch wurde durch das auffällige Wiederkehren ungewöhnlich hoher Jahresmittel (zu Prag) in ungefähr elfjährigen Intervallen veranlasst, die Beobachtungsreihen mehrerer Orte auf einen etwaigen Zusammenhang jener Erscheinung mit der Sonnenfleckenperiode zu prüfen. In den Prager Beobachtungen fanden sich starke positive Abweichungen vom 80jährigen Mittel in folgenden Jahren:

Tab. 3.

	Jahr.	Intervall.	Jahr.	Intervall.	Jahr.	Intervall.	Jahr.	Intervall.	Jahr.	Intervall.	Jahr.
	1791	10	1801	10	1811	11	1822	12	1834	12	1846
(Grade Cels.)	+1,79		1,34		1,96		1,97		1,79		1,26
Flecken-minim.			1798		1810		1823		1833		1844

Mittlerer Abstand der heissen Jahre genau **11 Jahre.**

Die Richtigkeit der weiteren Untersuchungen von Fritsch wurde sehr verringert durch den Umstand, dass ihm weder die Schwankung in der Länge der Periode noch die verschiedene Länge

des aufsteigenden und des absteigenden Theiles der Fleckencurve bekannt sein konnten. Ich theile deshalb auch hier nur die Schlussresultate mit, zu welchen Fritsch gelangte. Die Beobachtungsreihen, welche er benutzen konnte, waren:

Mailand . . . . . 1763—1850
Wien . . . . . . 1775—1850
Kremsmünster . . 1768—1851
Hohenpeissenberg 1792—1850
Prag . . . . 1774—1851
Berlin . . . . . . 1719—1839
Petersburg . . . . 1744—1845 (mit Unterbrechungen).

Fritsch giebt zunächst die Zahlen für jeden einzelnen dieser 7 Orte, dann bringt er in einer Schlusstabelle die Abweichungen der einzelnen Jahre der Fleckenperiode (im Mittel) von der mittleren Temperatur der Minimaljahre[1]) an allen zusammen:

Tab. 4.

	± 0		± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8	± 9	±10	±11
M.	8,72	Abweich. vom M. der Minimaljahre.	–0,19	–0,24	–0,27	–0,46	–0,36	–0,40	–0,54	–0,35	–0,26	–0,06	–0,10

Da Fritsch meint, dass die Erscheinung in niederen Breiten deutlicher auftrete als nach den Polen hin, so giebt er noch eine der vorigen ganz ähnliche Tabelle mit Weglassung von Berlin und Petersburg: (Grade Celsius.)

Tab. 5.

	± 0		± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8	± 9	±10	±11
M.	9,76	Abweich. vom M. der Minimaljahre.	–0,26	–0,30	–0,50	–0,55	–0,52	–0,61	–0,69	–0,56	–0,39	–0,06	–0,10

Diese Zahlen stellen die Erscheinung noch bei weitem nicht so deutlich dar, wie etwa in der neuesten Zeit Köppen's Tafeln, immerhin aber lassen sie die grössere Wärme in den Jahren um das Fleckenminimum erkennen. Mehr liess sich bei den oben erwähnten Mängeln von einer Untersuchung aus dem Jahre 1853 noch nicht erwarten.

Im Jahre 1859 unternahm dann Professor Wolf, angeregt durch die früher besprochene Arbeit von Gautier, eine Vergleichung

1) Fritsch bezeichnet auch 1800 als Minimaljahr, nach den Forschungen Wolf's fiel das damalige Minimum aber schon auf 1798.

zwischen Jahrestemperatur und Fleckenstand[1]. Er benutzte die Berliner Beobachtungen aus den Jahren 1760—1847. Sein Resultat war ein ganz eigenthümliches. Von 1760—1800 waren stets die fleckenreichen Jahre die wärmeren, in unserem Jahrhundert aber (besonders von 1816 an) gerade umgekehrt die fleckenarmen Jahre. Wie ich schon oben bemerkte, wurde Wolf durch ein so unbefriedigendes Resultat lange von der Anstellung weiterer Untersuchungen abgeschreckt. Es wird weiter unten noch zu erörtern sein, dass die gefundene Umkehrung gerade ein höchst wichtiges und interessantes Ergebniss war. Gegenwärtig schenkt Professor Wolf den einschlägigen Untersuchungen von Köppen, Meldrum u. A. die grösste Aufmerksamkeit, und ist bemüht, gerade jenes Räthsel der Umkehrung so viel als möglich seiner Lösung entgegenzuführen. Näheres über diese ganze Frage weiter unten.

Am 31. Mai 1870 legte Piazzi-Smyth, der Director der Sternwarte zu Edinburg, der Londoner Royal Society die Resultate vor, welche er aus 38jährigen Beobachtungen an vier in den Felsen des Calton-Hill bei Edinburg eingesenkten Thermometern erhalten hatte[2]. Er fand an mehr als ein Jahr umfassenden Perioden nicht weniger als drei, darunter auch eine von 11,1 Jahren, welche gerade die am meisten hervortretende war. Die Länge der beiden anderen Perioden hat er leider nicht angegeben. Piazzi-Smyth glaubt aus verschiedenen Gründen annehmen zu müssen, dass jene Aenderungen der Erdtemperatur nur indirect mit den Sonnenflecken zusammenhängen können. Gern hätte ich mehr über die wichtigen Entdeckungen des schottischen Astronomen mitgetheilt, aber die Proceedings der Royal Society bieten nur diese dürftige Notiz und auch in den Schriften der Edinburger Society findet sich (wenigstens bis 1872) nichts Näheres mitgetheilt.

Dagegen enthält der folgende Jahrgang[3] der Londoner Proceedings wieder einen sehr interessanten Beitrag zu unserer Frage, nämlich eine Untersuchung der Resultate aus vieljährigen, am Cap der guten Hoffnung angestellten Beobachtungen von E. J. Stone, königlichem Astronom daselbst. Stone legt besonderes Gewicht

1) Vierteljahrschr. der natf. Ges. in Zürich IV, 213 ff.

2) Proceedings of the R. S. of London XVIII, p. 311 f.

3) Vol. XIX, p. 389—92.

darauf, dass er die benutzten Instrumente bezüglich ihrer Genauigkeit auf das Sorgfältigste geprüft hatte. Ebenso hat er, soweit es irgend möglich war, die durch den Wechsel des Aufstellungsortes der Instrumente vielleicht entstandenen Fehler zu eliminiren gesucht, so dass die Beobachtungsresultate ganz besonderes Vertrauen verdienen.

Sie umfassen den Zeitraum von 1841—1870, also drei Maxima und drei Minima. Es ergeben sich Maxima der Temperatur (vgl. die graph. Darstellung der Resultate in den Proceedings) in den Jahren

	1844	1856	1866
Fleckenminima:	1844	1856	1867.

Temperaturminima traten ein:

	1849	1859	1869
Fleckenmaxima:	1848	1860	1870.

Wie man sieht, stimmen die beiden Erscheinungen, wenigstens innerhalb des erwähnten Zeitraums, so gut überein, dass die Annahme eines zufälligen Zusammentreffens wohl ausgeschlossen bleiben muss. Dies spricht auch Stone selbst aus. Sodann hebt derselbe noch hervor, dass die Wendepunkte der Temperatur denen der Fleckenmenge fast immer etwas vorauseilen (s. o.), und dies bringt auch ihn auf den Gedanken, dass die Sonnenflecken nicht direct auf die Temperatur einwirken können, dass vielmehr eine Ursache angenommen werden müsse, welche zu gleicher Zeit die Sonnenflecken vermindere und die Temperaturen auf der Erde steigere. Weitere genaue Untersuchungen dieses Gegenstandes auf der südlichen Erdhälfte wären gewiss sehr wünschenswerth, zumal Stone bemerkt, dass die Probleme der Meteorologie daselbst sich einfacher darzubieten schienen, als z. B. in England. Es ist das auch wegen des vorwiegend oceanischen Charakters der südlichen Halbkugel sehr wahrscheinlich.

Aus dem Anfange unseres Jahrzehnts endlich ist noch eine Arbeit des Mailänder Astronomen Celoria wenigstens zu erwähnen [1]. Da aber Celoria durch seine (aus den sehr langen Mailänder Beobachtungen erhaltenen) Resultate so wenig befriedigt wird, dass er

1) Rendiconti del R. Istituto Lombardo, Ser. II, Vol. 6.

jeden Gedanken an einen Zusammenhang zwischen Temperatur und Sonnenflecken aufgeben zu müssen glaubt, seine Untersuchungen überdies von Wolf in No. 34 der Astr. Mittheil. bereits sehr ausführlich discutirt worden sind, glaube ich von einer Erörterung der Arbeit Celoria's hier absehen zu dürfen.

Die Resultate aller dieser Untersuchungen waren noch gering, zeigten manche Widersprüche und wurden deshalb vielfach mit Misstrauen aufgenommen. Da veröffentlichte im Herbst 1873 Dr. W. Köppen[1]) eine Abhandlung: »Ueber mehrjährige Perioden der Witterung«, welche, von ganz neuen Gesichtspunkten ausgehend, die Frage ihrer Lösung bedeutend näher führte. Köppen hatte Beobachtungsreihen aus allen Zonen gesammelt und das Material, nachdem er es genau auf seine Zuverlässigkeit geprüft, so »condensirt«, dass er zuerst für grössere Ländergebiete, dann für ganze Zonen die positive oder negative Abweichung der einzelnen Jahre vom Normalwerth berechnete. Im Folgenden stelle ich die Hauptresultate, zu welchen Köppen durch seine Untersuchungen geführt wurde, kurz zusammen:

1) Die Maxima und Minima der Wärmecurve treten nicht auf der ganzen Erde gleichzeitig ein, sondern zuerst in den Tropen, und verspäten sich von da nach N. und S. gegen die Fleckenminima resp. -maxima immer mehr, bis endlich in der kalten Zone die Erscheinung kaum noch wahrzunehmen ist.

2) Die Wendepunkte der Temperaturcurve treten auch in den Tropen nicht streng gleichzeitig mit den entsprechenden Wendepunkten der Fleckencurve ein, sondern meist schon etwas früher. Dies spricht dafür, dass die Wärmeschwankungen nicht direct von den Sonnenflecken abhängig sein können, sondern dass beiden Erscheinungen — dem Wechsel der Fleckenmenge und dem Wechsel der Lufttemperatur — eine gemeinschaftliche Ursache zu Grunde liegen muss.

3) Von 1816 bis zur Gegenwart harmoniren die beiden Curven so genau (mit Berücksichtigung der Verspätungen der Wärmecurve

---

1) Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, Band VIII (1873), No. 16 u. 17.

für die einzelnen Zonen), dass von einem Zufall durchaus keine Rede sein kann. Dagegen zeigt sich von 1779—1816 eine völlige Umkehrung der Wärmecurve, welche einer gleichzeitigen Störung im Gange der Fleckencurve zu entsprechen scheint.

Folgende Tabelle möge zur Veranschaulichung der Sätze 1) und 2) dienen:

Tab. 6.

Flecken-Maxima.	Tropen.		Mittel der ektr. Zonen.	
	Temp.-Min.	Betrag der neg. Abw.	Temp.-Min.	Betrag.
1829	1830	— 0,59	1829	— 0,70
1837	1837	— 0,70	1838	— 0,67
1848	1847	— 0,37	1850	— 0,37
1860	1859 oder 1862?	— 0,28 resp. — 0,30	1862	— 0,29
1870	—	—	—	—

Die Abweichungen in Celsiusgraden.
Die Zahlen sind aus der grösseren Tabelle Köppen's ausgezogen.

Tab. 7.

Flecken-Minima.	Tropen.		Mittel der ektr. Zonen.	
	Temp.-Max.	Betrag.	Temp.-Max.	Betrag.
1823	1821	0,56	1822	1,19
1833	1833	1,04	1834	0,61
1844	1842	0,44	1816	0,71
1856	1855	0,30	1859	0,26 1)
1867	—	—	1869	0,31

Es kann und darf nun selbstverständlich nicht meine Absicht sein, alle Einzelheiten der Köppen'schen Untersuchungen hier wiederzugeben. Ich würde dann entweder die ganzen Tabellen einfach reproduciren oder das, was Köppen durch Zahlen ausdrückt, mit Worten umschreiben müssen.

Dagegen sollen auf den folgenden Seiten die von Köppen untersuchten Erscheinungen und Thatsachen noch aus einigen anderen, von Köppen selbst nicht berührten Gesichtspunkten erörtert wer-

1) 1854 war allerdings noch etwas wärmer.

den. Ich hoffe, dass die folgenden Betrachtungen Einiges dazu beitragen können, den Resultaten Köppen's noch allgemeinere Anerkennung zu Theil werden zu lassen.

Zunächst will ich für jeden der fünf Gürtel, welche in Köppen's Tabelle gebraucht sind, und für das Mittel der ektropischen Zonen dreijährige Maximal- und Minimalgruppen zusammenstellen, und zwar theile ich (um den periodischen Wechsel recht anschaulich zu machen) hierbei nicht die mittlere Abweichung eines Jahres einer solchen Gruppe mit, sondern ziehe die Summe der in der betreffenden Gruppe sich vorfindenden negativen Abweichungen von der Summe der positiven ab und trage den (positiv oder negativ ausfallenden) Rest in die Tabelle ein.

Tab. 8.

		a Tropen.	b Subtropen.	c Warmer gem. Gürtel.	d Kalter gem. Gürtel.	e Kalter Gürtel.	f Mittel der ektrop. Zonen.	g a und f zusammengenommen.
Maxima	1829	—0,52	0,77	— 0,12	— 0,05	0,10	0,18	— 0,34
	1837	—1,43	— 2,04	— 1,94	— 1,09	— 0,50	— 1,52	— 2,95
	1848	—0,51	0,03	— 0,20	— 0,15	0,31	— 0,05	— 0,56
	1860	—0,13	— 0,21	0,05	0,15	— 0,29	— 0,05	— 0,18
Minima	1823	0,95	2,60	1,55	1,33	2,50	1,92	2,87
	1833	1,73	0,09	0,21	0,74	— 0,64	0,37	2,10
	1844	0,51	0,29	— 0,23	± 0,00	— 0,17	— 0,02	0,49
	1856	—0,07	— 0,05	— 0,43	— 0,27	0,13	— 0,20	— 0,27
	1867	—	0,41	0,98	0,91	— 0,03	0,66	—

Eine erhöhte Wärme bei den Minimis, sowie eine Erkaltung bei den Maximis ist hier deutlich sichtbar, ausserdem ergiebt sich aus diesen Zahlen mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass der Betrag der Wärmeerhöhung in fleckenarmen, sowie der Herabdrückung in fleckenreichen Jahren selbst wieder periodischen Schwankungen unterliegt. Ganz besonders tritt das Fleckenmaximum von 1837 durch eine bedeutende Temperaturabkühlung hervor, ferner das Minimum von 1823 durch die dasselbe begleitende hohe Wärme. Beim dreijährigen Durchschnitt treten aber durch die Verspätung der Wendepunkte in den ektropischen Zonen noch Unklarheiten auf; es folgt deshalb hier noch eine Tabelle mit fünfjährigen Gruppen.

Tab. 9.

		a Tropen.	b Sub-tropen.	c Warmer gem. Gürtel.	d Kalter gem. Gürtel.	e Kalter Gürtel.	f Mittel der ektrop. Zonen.	g a und f zusammengenommen.
Maxima	1829	± 0,00	0,63	— 0,03	0,29	0,40	0,34	0,34
	1837	— 2,44	— 2,80	— 2,61	— 1,38	— 0,98	— 2,08	— 4,52
	1848	— 0,57	0,30	0,36	0,04	0,62	0,29	— 0,28
	1860	— 0,71	— 0,17	— 0,06	— 0,26	— 0,87	— 0,27	— 0,98
Minima	1823	1,69	3,28	2,47	2,35	4,03	2,89	4,58
	1833	1,67	— 1,61	— 0,63	0,27	— 1,70	— 0,64	1,03
	1844	0,97	0,45	0,30	0,59	0,09	0,40	1,37
	1856	0,04	0,03	— 0,28	0,52	1,16	0,24	0,28
	1867	—	0,62	1,52	1,46	— 0,03	1,03	—

	Maximalgruppe	Minimalgruppe
Rest positiv:	9	23
negativ:	14	7

Bei dieser Zusammenstellung liefert nur noch die Gruppe des Maximums von 1829 ein ungünstiges Resultat, im Uebrigen ist aber das überwiegende Vorkommen eines negativen Restes bei den Maximalgruppen, eines positiven bei den Minimalgruppen deutlich bemerkbar. Ich gehe über zu einer Discussion der Köppen'schen Zahlen mit Anwendung der Gruppen *A* und *B* (fallende und steigende Fleckenmenge).

Tab. 10.

		a Tropen.	b Sub-tropen.	c Warmer gem. Gürtel.	d Kalter gem. Gürtel.	e Kalter Gürtel.	f Mittel der ektr. Zonen.	g a und f vereinigt.
A	1829—1832	0,37	— 0,97	— 1,60	— 1,08	— 1,30	— 1,23	— 0,86
	1837—1843	— 0,54	— 1,83	— 2,99	— 1,47	— 1,17	— 1,97	— 2,51
	1848—1855	0,45	0,33	0,55	0,10	1,40	0,44	0,89
	1860—1866	—	0,04	0,41	0,07	— 1,70	— 0,10	—
B	1823—1828	1,18	3,92	2,69	2,94	4,21	3,33	4,51
	1833—1836	0,11	— 1,44	0,06	0,78	— 0,64	— 0,10	0,01
	1844—1847	— 0,14	0,86	0,36	0,21	0,45	0,48	0,34
	1856—1859	— 0,79	— 0,47	— 0,39	0 58	0,35	— 0,03	— 0,82
	1867—1869	—	0,30	1,05	1,14	0,85	0,84	—

Von den Resultaten *a*—*f* sind { in *A* 10, 13 (pos. neg.); in *B* 21, 8 }, also günstig: 34, ungünstig: 18.

Wenn sich in diesen Zahlen Spuren der Fleckenperiode zeigen sollen, müssen offenbar in der Gruppe *A* die negativen, in der Gruppe *B* die positiven Vorzeichen überwiegen. Dies ist aber in der That der Fall, wir haben in *A* 14mal negatives, 10mal positives Vorzeichen, dagegen in *B* 21mal positives, 8mal negatives. Das Resultat ist einem Zusammenhange zwischen Temperatur und Fleckenperiode, wie ihn Köppen annahm, entschieden günstig. Man sieht, dass die Erhöhung in den Jahren der Gruppe *B* viel deutlicher auftritt, als die Herabdrückung in den Jahren, welche auf das Maximum folgen (Gruppe *A*). Auch dieses Resultat ist der oben ausgesprochenen Vermuthung, dass die Höhe der einzelnen Zacken der Wärmecurve selbst wieder periodischen Schwankungen unterliegen möchte, nicht ungünstig. Am markirtesten treten Erhöhung und namentlich Verminderung der Wärme um das Jahr 1830 (besonders in den Gruppen 1823—1828 und 1839—1843) auf, von da an verläuft die Curve viel ruhiger, um, wie es scheint, gegenwärtig wieder eine zackigere Gestalt anzunehmen. Noch eine andere, nicht uninteressante Betrachtung lässt sich anstellen. Ich kann auch die Köppen'schen Abweichungszahlen mit ganz besonders fleckenreichen (Relativzahl nach Wolf > 90) und fleckenarmen (Relativzahl < 10) Jahren vergleichen, ohne mich hierbei an bestimmte Distanzen vom Maximum oder Miniumm zu halten.

Tab. 11.

Fleckenreich. Jahr.	Abweich. der Tropenzone.	Mittel der ektrop. Zone.	Fleckenarm. Jahr.	Abweich. der Tropenzone.	Mittel der ektrop. Zone.
1836	— 0,46	— 0,30	1820	— 0,31	— 0,14
1837	— 0,70	— 0,55	1821	0,56	0,28
1838	— 0,27	— 0,67	1822	0,31	1,19
1847	— 0,37	— 0,06	1823	0,44	— 0,03
1848	— 0,05	0,09	1824	0,20	0,76
1849	— 0,09	— 0,08	1833	1,04	0,15
1859	— 0,28	0,26	1855	0,30	0,16
1860	0,40	— 0,19	1856	— 0,01	— 0,21
1870	—	— 0,23	1867	— 0,22	— 0,15
Mittel	— 0,22 ±0,082	— 0,19 ±0,070	Mittel	0,21 ±0,099	0,22 ±0,110

Der ziemlich hohe Betrag des wahrscheinlichen Fehlers für die Mittelwerthe weist auch wieder auf die Veränderlichkeit des

Characters der Wärmecurve hin, von welcher schon mehrfach die Rede war.

Die Uebereinstimmung der Fleckencurve mit der Temperaturcurve (immer natürlich mit Berücksichtigung der erwähnten Verspätungen), wie sie sich aus den Resultaten Köppen's und auch aus den eben mitgetheilten Betrachtungen ergiebt, ist so überzeugend, dass wenigstens die Thatsache eines (directen oder indirecten) Zusammenhanges der beiden Erscheinungen damit ausser Zweifel gestellt ist. In Zukunft wird es sich bei allen in dieses Gebiet einschlagenden Untersuchungen nur noch darum handeln können, das durch die mühsamen Arbeiten und Zusammenstellungen des Herrn Dr. Köppen gewonnene Resultat durch neue Vergleichungen und Aufstellungen noch immer mehr zu befestigen und die mannichfachen Unregelmässigkeiten und Räthsel, welche die Erscheinung uns immer noch zeigt, entweder durch neue Forschungen zu beseitigen und zu lösen, oder aber, was die ersteren betrifft, als gesetzmässig und periodisch wiederkehrend nachzuweisen.

Die Untersuchungen Köppen's erstreckten sich nur auf ganze Jahre. Bereits in der Einleitung habe ich den Gedanken ausgesprochen, dass sich wohl auch in den Temperaturverhältnissen der Jahreszeiten (also vorzüglich Winter und Sommer), wenn man dieselben gesondert betrachtet, die elfjährige Periode abspiegeln möchte. In den nächsten Capiteln dieser Abhandlung habe ich es versucht, zur Lösung dieser Frage Einiges beizubringen. Soviel ich weiss, ist dieser Gegenstand bisher noch nicht eingehend erörtert worden; doch würde eine ganz erschöpfende Darstellung desselben naturgemäss einen sehr bedeutenden Umfang annehmen müssen und den Umfang dieser Abhandlung unverhältnissmässig übersteigen. Indessen hoffe ich schon jetzt durch die nachfolgenden Betrachtungen so viel zeigen zu können, dass auch diese Frage keineswegs eine müssige ist, sondern es wohl verdient, dass man sich eingehender mit ihr beschäftige.

A. Der Winter.

Bei der Beurtheilung des Characters eines Winters muss im Allgemeinen auf die Anzahl der Frosttage (und ganz besonders auf die Anzahl der unmittelbar aufeinander gefolgten) ein mindestens ebenso grosses Gewicht gelegt werden, als auf die absoluten Minima der Temperatur während eines Winters oder Jahres. Eine lange Reihe von aufeinander folgenden Frosttagen (wenn sich auch die Kälte in mässigen Grenzen hält und hohe Grade nicht erreicht werden) prägt dem betreffenden Winter weit mehr den Character eines strengen auf, als eine intensive Kälte von 20 und mehr Graden, welche aber vielleicht nur zwei oder drei Tage andauerte. Wenn allerdings eine anhaltende Frostperiode auch beständig hohe Grade der Kälte aufzuweisen hat, dann werden wir doppelt berechtigt sein, einen solchen Winter zu den ungewöhnlich strengen zu zählen und müssen besonders sorgfältig untersuchen, ob sich etwa ein Zusammentreffen dieses Winters mit einem Fleckenmaximum nachweisen lässt.

Da die Zahl der täglichen Wärmemittel, welche mir zur Verfügung standen, nicht gross war (die Tagesmittel werden in neuerer Zeit häufig gar nicht publicirt, so in den Zusammenstellungen des preussischen meteorologischen Institutes), musste ich auch Pentaden in den Kreis der Betrachtung ziehen. Wenn nun auch die fünftägigen Wärmemittel manche ganz kurze Kälteperiode verwischen und unkenntlich machen, so liefert doch, wie sich weiter unten zeigen wird, eine Untersuchung der Anzahl derjenigen Pentaden, welche in den einzelnen Jahren ein Mittel unter 0^0 aufzuweisen hatten, noch ganz interessante Resultate.

Ich bemerke noch, dass ich zu den eigentlichen Wintermonaten December, Januar, Februar bei manchen der nachstehenden Untersuchungen auch den November und den März hinzugenommen habe, da diese Monate sehr häufig an den Kälteperioden eines Winters theilnehmen (Beispiele: der November 1858, der März 1875) und ihre Mitbetrachtung deshalb zur Gewinnung eines Gesammtüberblickes von wesentlichem Nutzen ist.

Zunächst sollen die Beobachtungsreihen benutzt werden, welche in der umfangreichen Abhandlung über »das Klima von Leipzig«

von Professor Bruhns[1]) niedergelegt sind. Ich betrachte zunächst die grösste Ausdehnung einer Kälteperiode, um dann die Zahl der in den verschiedenen Wintern vorgekommenen Tage unter 0° überhaupt zu untersuchen. Es ist überraschend, wie verschieden die Dauer der längsten Kälteperiode ausfallen kann. Für Leipzig war das Minimum der Dauer 4 (1835), das Maximum wenigstens 70 Tage (1830).

Dauer der längsten Kälteperiode in Leipzig 1760—1773, 1830—1865:

Tab. 12.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1760	15	23	14	36	10	15	18	37	28	7
1770	15 1)	18 2)	7	13	—	—	—	—	—	—
1830	70 3)	10	16	16	6	4	12	10	35	17
1840	18	27	19	10	10	26	3	32	52	26
1850	27 4)	6	11	17 5)	23	22 6)	13	17	21	13
1860	14	35	15	7	25	21 7)	—	—	—	—

Mittel aus 1830—1865: 19 Tage.

Anm. 1) Trat erst im März ein. 2) Ausserdem noch im April 14 aufeinander folgende Tage unter Null. 3) Der November 1829 fehlt leider, also wohl noch eine höhere Zahl anzunehmen. 4) Ausserdem noch 20. 5) Im März noch einmal 15. 6) Ausserdem noch einmal 18. 7) Daneben noch einmal 15 und im März noch 10.

Im Ganzen harmoniren diese Zahlen gut mit der Annahme einer Beziehung zur Fleckenperiode, wenn auch natürlich einzelne Anomalien vorkommen, welche die Klarheit des Bildes beeinträchtigen.

Nehmen wir zunächst wieder ganz besonders fleckenreiche und fleckenarme Jahre vor (ebenso wie p. 32), so erhalten wir:

Tab. 13.

R.-Z. > 90 reich	A.	R.-Z. < 10 arm	A.
1836	— 7	1833	— 3
1837	— 9	1843 *)	— 9
1838	+ 16	1855	+ 3
1847	+ 13	1856	— 6
1848	+ 33		
1849	+ 7		
1859	— 6		
1860	— 5		

*) Relativzahl = 10,6.

oder:

Tab. 14.
(um mehr Jahre benutzen zu können)

R.-Z. > 75 reich	A.	R.-Z. < 25 arm	A.
1836	— 7	1833	— 3
1837	— 9	1834	— 13
1838	+ 16	1842	± 0
1847	+ 13	1843	— 9
1848	+ 33	1844	— 9
1849	+ 7	1854	+ 4
1859	— 6	1855	+ 3
1860	— 5	1856	— 6
1961	+ 16	1857	— 2

A. = Abweichung vom Mittel, s. Tab. 12 am Schlusse.

1) Sächs. meteor. Beobb. Heft II, p. 81 ff.

Von 18 Resultaten der Tab. 14 fallen 11 günstig aus, 7 ungünstig (wenn man ± 0 [1842] den ungünstigen Resultaten beizählt). Zu den günstigen Jahren könnte auch noch 1830 mit seiner enorm hohen Zahl (mindestens 70) von Kältetagen, welche ohne Unterbrechung folgten, gezählt werden. Man sieht, dass im Allgemeinen in fleckenarmen Jahren die Dauer der längsten Kälteperiode des Winters hinter dem Mittel zurückbleibt, dagegen in fleckenreichen darüber hinausgeht. Es wird sich unten zeigen, dass dies nicht nur für Leipzig, sondern auch für einen sehr grossen Theil zunächst Europas Gültigkeit hat.

Ordnet man die Zahlen der Tab. 12 nach Massgabe unserer schon mehrfach benutzten Gruppen *A* und *B*, so erhält man folgendes, ebenfalls nicht ungünstiges Resultat:

Tab. 15.

Gruppe *A*.	Mittlere Dauer pro Jahr.	Gruppe *B*.	Mittlere Dauer pro Jahr.
a. 1830—1832	32,0	α. 1833—1836	9,5
b. 1837—1843	19,4	β. 1844—1847	17,7
c. 1848—1855	23,0	γ. 1856—1859	16,0
d. 1860—1865	19,5		
Mittel:	23,5 ± 2,3		14,4 ± 2,3
(mit Weglassung von *a*:)	20,6 ± 1,1		

Es ergiebt sich hier mit Entschiedenheit eine längere Dauer der Kälteperioden für die Jahre der Gruppe *A* und dieser Unterschied wird auch durch den Betrag der Unsicherheit nicht aufgehoben.

Ich füge noch die Dauer der längsten Kälteperiode in Berlin für die Jahre 1849—1872 hinzu[1]):

Tab. 16.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1840	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18
1850	27	8	8	16 a)	41	43	13	11	19	9
1860	13	35	12	11	21	20 b)	4	12 c)	14	15
1870	21	20	12	—	—	—	—	—	—	—

Mittel: 17,5 Tage.

Anm. a) Zweimal. b) Ausserdem noch 17. c) Im März ausserdem noch 11.

1) Preuss. Statistik Heft XXXIV, p. 53 ff.

Die Resultate entsprechen im Ganzen den aus den Leipziger Beobachtungen erhaltenen.

Bei Vergleichung der besonders fleckenreichen und fleckenarmen Jahre findet sich:

Tab. 17.

Reiche J. R.-Z. >75.		Arme J. R.-Z. < 25.	
1849	18	1854	41
1859	9	1855	43
1860	13	1856	13
1861	35	1857	11
1870	21	1866	4
1871	20	1867	12
1872	12	—	—
Mittel:	18,3 ± 2,4		20,6 ± 5,5

Das ungünstige Resultat wird hier lediglich durch die (noch der Gruppe *A* angehörigen) Jahre 1854 und 1855 zu Stande gebracht, in welchen wir ein secundäres Kältemaximum auftreten sehen. Auf diese in mehrfacher Beziehung interessanten Jahre und den Verlauf der Fleckencurve in denselben wird noch wiederholt zurückzukommen sein. Ich ordne nun die Zahlen wieder nach den Gruppen *A* und *B*.

Mittlere Dauer der längsten Kälteperiode in den Jahren der Gruppe *A* (17; es sind 1849—1855, 1860—1866, 1870—1872):

19,4 Tage ± 1,9;

in den 7 Jahren der Gruppe *B* (1856—1859, 1867—1869):

13,3 Tage ± 0,9.

Es ist in jedem Falle höchst bemerkenswerth, dass stets die Gruppe *B* eine geringere Dauer der längsten Kälteperiode des Winters ergiebt und dass (wenigstens während der Beobachtungsperiode) nie ein Jahr der Gruppe *B* eine abnorm hohe Zahl aufeinander folgender Kältetage gehabt hat. Durch eine grössere Zahl von Beobachtungsjahren würde jedenfalls auch der Betrag des wahrscheinlichen Fehlers verringert werden können.

Bisher war nur von der Dauer der längsten Kälteperiode eines Winters die Rede; es sollen jetzt auch die Dauer sämmtlicher Kälteperioden überhaupt, sowie die Anzahl der Kältetage untersucht werden. Auch die mittlere Dauer einer Kälteperiode wäh-

rend eines Winters ist zu berücksichtigen; man erhält dieselbe, wenn man die Anzahl der Kältetage durch die Zahl der Kälteperioden dividirt.

Tab. 18.

Leipzig 1830—1865.

Jahr.	Zahl der Kälteperioden.	Zahl der Kältetage.	Mittlere Dauer einer Kälteperiode.	Jahr.	Zahl der Kälteperioden.	Zahl der Kältetage.	Mittlere Dauer einer Kälteperiode.	Bemerkungen.
1830	(6)	(86)	(14,3)	1848	4	59	14,7	(Bruhns, met. Beobb. aus Bd. II, p. 88—111 ausgezogen.)
	(Novem-	ber 1829	fehlt.)	1849	7	39	5,5	
1831	10	45	4,5	1850	9	80	8,9	
1832	8	51	6,4	1851	13	42	3,2	
1833	8	48	6,0	1852	14	46	3,3	
1834	10	18	1,8	1853	7	45	6,4	
1835	12	26	2,2	1854	9	58	6,4	
1836	12	57	4,7	1855	12	60	5,0	
1837	14	59	4,2	1856	14	53	3,8	
1838	8	69	8,6	1857	14	56	4,0	
1839	16	73	4,5	1858	12	58	4,8	
1840	10	66	6,6	1859	13	41	3,1	
1841	8	78	9,8	1860	10	64	6,4	
1842	8	52	6,5	1861	8	53	6,6	
1843	11	39	3,5	1862	13	57	4,4	
1844	14	50	3,6	1863	9	24	2,7	
1845	15	72	4,8	1864	9	53	5,9	
1846	10	20	2,0	1865	14	86	6,1	
1847	9	77	8,5					

Die Zahl der Kältetage war am grössten in den Jahren: *1830*, **1838**, **1839**, **1840**, **1841**, 1845, 1847, **1850**, ***1860***, 1865.[1]

Fleckenmaxima waren: *1829*, **1837**, **1848**, ***1860***.

Sie war am kleinsten: *1834*, *1835*, **1846**, **1859**, 1863.

Fleckenminima waren: *1833*, **1844**, **1856**.

Die besonders hohe Zahl der Kältetage um 1838—1841 (Maximum der grossen Fleckenperiode) tritt recht augenfällig hervor.

Die mittlere Dauer einer Kälteperiode war am längsten in den Jahren: *1830*, **1838**, **1840**, **1841**, 1847, **1848**, **1850**, **1861** (> 6,5).

Fleckenmaxima waren: *1829*, **1837**, **1848**, **1860**.

Und am kürzesten: *1834*, *1835*, **1846**, 1851, 1852, **1859**, 1863 (< 3,5).

Fleckenminima waren: *1833*, **1844**, **1856**.

Wie man sieht, stimmen die Jahre anhaltender Kälte mit den Fleckenmaximis so gut überein, als es erwartet werden kann,

---

1) Durch die verschiedenen Schriftarten sollen die correspondirenden Flecken- und Kältemaxima (resp. -Minima) hervorgehoben werden.

ebendasselbe gilt von den Jahren geringer Dauer der Kälte und den Minimis. Bei der Betrachtung der ausgeglichenen Zahlen für die Kältetage und die mittlere Dauer der Kälteperioden (Jahr $B = \frac{A + B + C}{3}$) tritt die Erscheinung noch deutlicher hervor:

Tab. 19.

1830	—	—	
1831	61	8,4	
1832	48	5,6	
1833	39	4,7	Fleckenminimum.
1834	31	3,3	
1835	34	m 2,9 m	Kälteminimum.
1836	47	3,7	
1837	62	5,8	Fleckenmaximum.
1838	67	5,8	
1839	69	6,6	
1840	73	7,0	
1841	65	M 7,6 M	Kältemaximum.
1842	56	6,6	
1843	47	4,5	
1844	54	4,0	Fleckenminimum.
1845	47	m 3,5 m	Kälteminimum.
1846	56	5,1	
1847	52	8,4	
1848	58	9,6	Fleckenmaximum.
1849	59	M 9,7 M	Kältemaximum.
1850	54	5,5	
1851	56	5,1	
1852	44	4,3	
1853	50	5,4	
1854	54	5,9	
1855	57	5,1	
1856	56	4,3	Fleckenminimum.
1857	56	4,2	
1858	52	m 4,0 m	Kälteminimum.
1859	54	4,8	
1860	53	5,4	Fleckenmaximum.
1861	58	M 5,8 M	Kältemaximum.
1862	45	4,6	
1863	45	4,3	
1864	54	4,9	

Es ergiebt sich aus diesen Zahlen und besonders aus der graphischen Darstellung derselben (s. Fig. I) für die Maxima von 1837 und 1848 (auch wohl 1830) und die Minima von 1833 und 1843 eine wirklich überraschende Uebereinstimmung. Bei den übrigen Epochenjahren ist die Harmonie beider Curven auch noch gut ersichtlich, aber doch nicht so unmittelbar in die Augen fallend, als bei den genannten Jahren. Es ist merkwürdig, dass bei dem nicht sehr erheblichen Fleckenmaximum von 1860 auch die Curve der Kältedauer sich nicht zu einer solchen Höhe erhebt als 1837—1840

und 1848—1849. Auch die vorübergehende Wiederzunahme der Fleckenmenge von 1863 auf 1864 findet sich in der Kältecurve (um sie kurz so zu nennen) gleichfalls ausgeprägt (vgl. auch Fig. II). Ich füge auch hier noch die Beobachtungen zu Berlin von 1849—1872 hinzu.

Tab. 20.

Jahr.	Kälte-perioden.	Kälte-tage.	Mittlere Dauer einer Kälteperiode.	Ausgeglichene Zahlen.	
				Kälte-tage.	Dauer der Perioden.
1849	8	34	4,2	—	—
1850	10	72	7,2	50	4,9
1851	13	43	3,3	51	4,4
1852	14	39	2,8	42	4,1
1853	7	44	6,3	49	5,2
1854	10	64	6,4	56	6,0
1855	11	61	5,4	63	5,4
1856	14	63	4,5	58	4,5
1857	14	50	3,5	44	3,7
1858	6	19	3,2	37	3,2
1859	14	41	2,9	37	3,7
1860	10	50	5,0	47	4,3
1861	10	50	5,0	49	4,3
1862	16	46	2,9	42	3,7
1863	9	30	3,3	41	4,1
1864	8	46	5,8	60	5,3
1865	11	74	6,7	45	5,1
1866	6	16	2,7	43	4,6
1867	9	41	4,5	31	4,2
1868	7	37	5,3	36	4,5
1869	8	30	3,7	40	4,6
1870	11	52	4,7	48	6,9
1871	5	62	12,4	50	6,7
1872	13	37	2,9	—	—

Diese Tabelle zeigt besonders deutlich, wie sich die Jahre der Gruppe *A* sowohl durch eine grössere Anzahl von Kältetagen als auch durch längere Dauer der Kälteperioden auszeichnen. Sowohl 1854/55 wie 1864/65 begegnen wir noch kurz vor dem Minimum einem nochmaligen, nicht unbedeutenden Ansteigen der Kältecurve. Dass diese Erscheinung mit den secundären Maximis der Fleckencurve, welche sich 2—3 Jahre nach dem Hauptmaximum einstellen, zusammenhängen möge, wurde schon kurz angedeutet. Scharf hervortretende Wendepunkte finden sich in den Zahlen der Tab. 20 etwas weniger deutlich ausgeprägt, als in denen der Tab. 18 und 19. Immerhin wird eine graphische Darstellung auch dieser Zahlen nicht uninteressant sein. (Fig. II.)

Die Wendepunkte 1867 und 1870 zeigen eine befriedigende Uebereinstimmung, bei den übrigen Wendepunkten machen sich die ebenerwähnten secundären Maxima wieder geltend, so dass man sich versucht fühlt, diese (1854, 1864) für die Hauptmaxima zu erklären und eine 3—4jährige Verspätung der irdischen Curve anzunehmen. Ob dies richtig ist, müssen erst ausgedehntere Untersuchungen nachweisen. Ich hoffe jedoch durch die mitgetheilten Curven und Tabellen zunächst so viel gezeigt zu haben, dass die Dauer der Kälteperioden unserer Winter und die Anzahl der Kältetage nicht regellos wechseln, sondern in einer unverkennbaren Beziehung zu der elfjährigen Sonnenfleckenperiode stehen müssen, wenn wir auch über das eigentliche Wesen dieser Beziehung etwas Sicheres bisher noch nicht sagen können.

Ich habe nun zu zeigen, dass die geschilderten Verhältnisse nicht blos auf die beiden behandelten Stationen beschränkt sind, sondern, wenigstens für einen sehr grossen Theil Europas, als allgemeine betrachtet werden müssen. In Ermangelung täglicher Mittelwerthe benutze ich die von Dove unter dem Titel »Darstellung der Wärmeerscheinungen durch fünftägige Mittel, 3 Bände, 1856, 1863, 1870« gesammelten Beobachtungsreihen und zwar in der Weise, dass ich eine Anzahl der längsten Reihen auswähle und die Zahl der in jedem der Winter negativ ausfallenden Pentaden untersuche.

Die benutzten Stationen waren folgende:

I. Sibirisch-Osteuropäische Gruppe.

Jakutsk	1831—1844.
Irkutsk	1831—1844
Barnaul	1838—1852.
Catharinenburg	1836—1852.
Slatust	1837—1852.
Lugan	1838—1852.
Archangel	1814—1832.
Petersburg	1822—1852.
Mitau	1824—1850.
Arys	1834—1854.

II. Mitteleurop. Gruppe.

Stettin	1836—1854.
Berlin	1829—1854.
Breslau	1791—1854.
Leipzig	1830—1865 (Bruhns, l. c.)
Brocken	1836—1850.
Peissenberg	1792—1850.

III. Westeurop. Gruppe.

Trier	1788—1801, 1849—1854.
Brüssel	1833—1852.
Paris	1816—1853.
London	1814—1860.
Oxford	1854—1867.

Tab. 21, I.

Sonnen-flecken.		Jakutsk.	Irkutsk.	Barnaul.	Catharinen-burg.	Slatust.	Lugan.	Archangel.	Peters-burg.	Mitau.	Arys.
	1814	—	—	—	—	—	—	24 *)	—	—	—
	1815	—	—	—	—	—	—	36	—	—	—
Max.	1816	—	—	—	—	—	—	33	—	—	—
	1817	—	—	—	—	—	—	31	—	—	—
	1818	—	—	—	—	—	—	34	—	—	—
	1819	—	—	—	—	—	—	34	—	—	—
	1820	—	—	—	—	—	—	34	—	—	—
	1821	—	—	—	—	—	—	34	—	—	—
	1822	—	—	—	—	—	—	26	13 *)	—	—
Min.	1823	—	—	—	—	—	—	31	24	—	—
	1824	—	—	—	—	—	—	37	26	8 *)	—
	1825	—	—	—	—	—	—	33	28	15	—
	1826	—	—	—	—	—	—	30	24	15	—
	1827	—	—	—	—	—	—	29	20	16	—
	1828	—	—	—	—	—	—	35	30	22	—
Max.	1829	—	—	—	—	—	—	39	32	25	—
	1830	—	—	—	—	—	—	36	34	24	—
	1831	25 *)	20 *)	—	—	—	—	32	28	22	—
	1832	47	36	—	—	—	—	13**)	27	21	—
Min.	1833	46	(34)	—	—	—	—	—	27	20	—
	1834	43	37	—	—	—	—	—	25	17	12 *)
	1835	45	34	—	—	—	—	—	28	15	18
	1836	45	36	—	16 *)	—	—	—	26	18	20
Max.	1837	45	34	—	34	22 *)	—	—	28	21	21
	1838	44	33	20 *)	34	36	12 *)	—	28	23	24
	1839	43	34	36	34	34	24	—	30	27	30
	1840	42	34	35	34	33	22	—	35	25	22
	1841	44	(32)	40	(35)	37	24	—	29	24	24
	1842	43	33	33	36	35	16	—	28	15	16
	1843	45	31	32	37	37	14	—	25	13	12
Min.	1844	20 **)	34	32	33	33	21	—	28	19	18
	1845	—	—	34	35	36	26	—	33	29	29
	1846	—	—	35	37	37	18	—	20	13	15
	1847	—	—	34	32	33	27	—	31	25	25
Max.	1848	—	—	35	33	32	20	—	22	15	13
	1849	—	—	35	33	36	23	—	31	—	15
	1850	—	—	34	31	34	25	—	27	22	25
	1851	—	—	40	38	38	21	—	27	—	20
	1852	—	—	34	35	34	25	—	28	—	21
	1853	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23
	1854	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
	Mittel	44,3	34,2	34,9	34,4	35,0	21,9	32,9	27,6	20,0	20,8

Anm. Das Jahr 1814 etc. bezeichnet stets den Winter am Beginn dieses Jahres, also 1813—1814 etc.

*) nur vom Januar an.

( ) = lückenhaft.

**) nur die letzten Monate des Vorjahres.

Tab. 21, II.

A.

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Breslau	1790	—	—	20	17	10	18	11	(18)	10	22
Peissenberg	1790	—	—	—	—	—	16	10	13	15	—
Breslau	1800	19	8	11	13	21	23	7	13	17	17
Peissenberg	1800	—	8	13	15	13	18	14	17	21	12
Breslau	1810	11	12	12	16	17	11	14	8	10	8
Peissenberg	1810	11	—	—	—	21	9	23	—	—	11
Breslau	1820	12	16	5	13	8	14	17	23	18	21
Peissenberg	1820	17	15	6	17	17	12	12	18	15	16

B.

Sonnen-flecken.		Stettin.	Berlin.	Breslau.	Leipzig.	Brocken.	Peissen-berg.
	1830	—	20	26	(19)	—	22
	1831	—	13	16	11	—	13
	1832	—	7	17	8	—	14
Min	1833	—	8	11	11	—	15
	1834	—	4	8	2	—	11
	1835	—	6	12	2	—	17
	1836	—	10	14	12	—	21
Max.	1837	11	11	15	12	39	18
	1838	15	14	15	14	35	18
	1839	15	11	17	14	33	19
	1840	13	9	15	12	29	14
	1841	17	15	17	15	32	15
	1842	9	8	8	10	30	14
	1843	5	5	8	8	33	12
Min.	1844	12	7	14	10	28	19
	1845	21	20	19	13	31	20
	1846	6	3	8	5	28	9
	1847	15	15	16	17	32	19
Max.	1848	12	11	12	10	24	16
	1849	7	6	10	7	30	16
	1850	19	13	18	17	31	19
	1851	8	6	11	8	—	—
	1852	6	8	11	9	—	—
	1853	11	12	11	9	—	—
	1854	13	11	14	13	—	—
	1855	—	—	—	11	—	—
Min.	1856	—	—	—	11	—	—
	1857	—	—	—	10	—	—
	1858	—	—	—	12	—	—
	1859	—	—	—	8	—	—
Max.	1860	—	—	—	13	—	—
	1861	—	—	—	9	—	—
	1862	—	—	—	13	—	—
	1863	—	—	—	4	—	—
	1864	—	—	—	15	—	—
	1865	—	—	—	13	—	—
	Mittel	11,9	10,1	12,0	10,5	31,1	15,2

Tab. 21, III.

Sonnenflecken.		Brüssel.	Paris.	London.
	1815	—	—	3
Max.	1816	—	—	8
	1817	—	1	3
	1818	—	2	1
	1819	—	3	1
	1820	—	7	5
	1821	—	3	4
	1822	—	0	0
Min.	1823	—	7	4
	1824	—	2	1
	1825	—	0	0
	1826	—	6	5
	1827	—	6	4
	1828	—	2	3
Max.	1829	—	6	3
	1830	—	12	10
	1831	—	3	3
	1832	—	5	1
Min.	1833	—	3	2
	1834	0	0	0
	1835	0	0	1
	1836	2	6	1
Max.	1837	3	4	2
	1838	8	7	9
	1839	3	4	2
	1840	4	3	2
	1841	7	3	7
	1842	4	8	4
	1843	1	1	1
Min.	1844	2	1	2
	1845	13	11	7
	1846	0	0	0
	1847	11	7	6
Max.	1848	7	6	2
	1849	3	0	1
	1850	7	5	2
	1851	0	1	0
	1852	0	3	0
	1853	—	2	1
	1854	—	—	3
	1855	—	—	9
Min.	1856	—	—	3
	1857	—	—	4
	1858	—	—	0
	1859	—	—	0
Max.	1860	—	—	3
	Mittel	3,9	3,8	2,9

Trier:	1789	11
	1790	0
	1791	1
	1792	5
	1793	3
	1794	2
	1795	11
	1796	3
	1797	4
Min.	1798	3
	1799	12
	1800	11
	1801	4
	1850	12
	1851	3
	1852	4
	1853	6
	1854	11
	Mittel	5,9

Oxford:	1854	2
	1855	8
Min.	1856	2
	1857	2
	1858	2
	1859	1
Max.	1860	3
	1861	—
	1862	—
	1863	—
	1864	4
	1865	3
	1866	0
Min.	1867	4
	Mittel	2,8

Ich nehme nun zunächst dreijährige Maximal- und Minimalgruppen, um dann die Jahresgruppen ab- und zunehmender Fleckenmenge zu untersuchen.

Tab. 22

Ort.	Mittlere Anzahl der negat. Pentaden für die Jahre der		Anzahl der benutzten	Das Resultat ist:
	Maximalgr.	Minimalgr.	Max. u. Min.	
Jakutsk . . .	44,7	45,3	1 M., 1 m.	ungünstig.
Irkutsk . . .	34,3	35,7	1 M., 1 m.	ungünstig.
Barnaul . . .	34,7	32,7	1 M., 1 m.	günstig.
Catharinenburg	33,3	35,0	2 M., 1 m.	ungünstig.
Slatust . . .	33,7	35,3	1 M., 1 m.	ungünstig.
Lugan . . .	23,3	20,3	1 M., 1 m.	günstig.
Archangel . .	34,5	31,1	2 M., 1 m.	günstig.
Petersburg . .	29,0	25,0	3 M., 3 m.	günstig.
Mitau . . .	21,3	19,7	2 M., 2 m.	günstig.
Arys	19,7	19,7	2 M., 1 m.	unentschieden.
Stettin . . .	11,3	12,7	1 M., 1 m.	ungünstig.
Berlin . . .	11,0	8,5	2 M., 2 m.	günstig.
Breslau . . .	14,9	12,5	4 M., 4 m.	günstig.
Leipzig . . .	11,3	9,3	3 M., 3 m.	günstig.
Brocken . . .	28,7	30,7	1 M., 1 m.	ungünstig.
Peissenberg .	18,0	14,6	3 M., 3 m.	günstig.
Trier	—	—	—	—
Brüssel . . .	5,7	5,3	2 M., 1 m.	günstig.
Paris	5,5	3,3	3 M., 3 m.	günstig.
London . . .	4,2	2,8	4 M., 4 m.	günstig.
Oxford . . .	—	—	—	—

Günstig: 12, ungünstig: 6, unentschieden: 1.

Ueberblickt man die vorstehende Uebersicht, so wird man zugeben müssen, dass dieselbe der Annahme einer längeren Dauer der Winterkälte in den Jahren, welche auf das Fleckenmaximum folgen, entschieden günstig ist. Es fällt (mit Ausnahme der sibirischen Stationen) fast durchweg eine geringere Anzahl von Kältepentaden auf die fleckenarmen Jahresgruppen. Besonders interessant und wichtig sind die Resultate von Petersburg, Mitau, Berlin, Breslau, Leipzig, Peissenberg, Paris und London. Ausserdem liefern noch ein günstiges Resultat die kleineren Reihen von Barnaul, Lugan, Archangel und Brüssel, auf welche ich aber eben ihrer Kürze wegen kein besonderes Gewicht legen will. Ungünstig fallen aus Jakutsk, Irkutsk, Catharinenburg, Slatust, Stettin und der Brocken. Es sind dies aber sämmtlich kürzere Reihen, während von den benutzten längeren keine einzige ein ungünstiges Ergebniss lieferte. Jahre mit besonders andauernden Wintern waren *1830* (grösste Zahl der Kältepentaden in Berlin, Breslau, Leipzig, Paris und London) *1837*, *1838*, *1840*, *1841*, *1845*, 1850, 1851 (mehr in Russland und Asien, weniger in Westeuropa). Zweifelhaft ist die Stellung des

eigenthümlichen Spätwinters 1845; die übrigen der angeführten Winter dagegen harmoniren recht gut mit den Fleckenmaximis 1829, 1837, 1848. Eine besonders niedrige Zahl von Kältepentaden finden wir 1822 (geringste Zahl in Archangel, Breslau und Peissenberg; in Paris und London = 0), 1832—1835 (doch ausser Sibirien), endlich 1846. Auch diese Jahre geringer Dauer der Kälte sind unschwer mit den Fleckenminimis 1822, 1833, 1844 in Uebereinstimmung zu bringen, sobald man nur der durch Koeppen nachgewiesenen Verspätung Rechnung trägt. Es erübrigt noch eine kurze Vergleichung der steigenden und fallenden Jahresgruppen. Im Ganzen stellt sich auch bei dieser Vergleichung die Zahl der Kältepentaden für die Jahre fallender Fleckenmenge (vom Max. zum Min.) grösser heraus als für die Jahre steigender Fleckenzahl (Min. bis Max.), wie nachfolgende kurze Tabelle, bei welcher ich nur längere Reihen berücksichtigt habe, veranschaulichen soll:

Tab. 23.

Jahre.	Gruppe.	Petersburg.		Mitau.		Breslau.		Peissenberg.		Paris.		London.	
		α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
1829—1832	*A*	118	29,5	95	23,3	79	19,7	67	16,8	26	6,5	17	4,2
1833—1836	*B*	106	26,5	66	16,5	45	11,2	64	16,0	9	2,2	4	1,0
1837—1843	*A*	205	29,3	146	20,8	93	13,3	107	15,3	30	4,3	27	3,8
1844—1847	*B*	110	27,5	87	21,7	59	14,7	69	17,2	19	4,7	15	3,7
1848—1855	*A*	137	27,4	—		87	12,4	—		17	2,8	18	2,2
1856—1859	*B*	(nur bis 1852)		—		(nur bis 1854)		—		(nur bis 1853)		7	1,7

α = Pentadenzahl unter 0. β = Mittlere Zahl für ein Jahr jeder Gruppe.

Hieraus ergiebt sich, dass im Mittel kamen auf ein Jahr:

Tab. 24.

	der Gruppe *A*.	der Gruppe *B*.	
in Petersburg	28,7 ± 0,6	27,0 ± 0,5	Pentaden unter 0^0.
- Mitau	22,0 ± 1,3	19,1 ± 2,8	-
- Breslau	15,1 ± 2.1	12,9 ± 1,9	-
- Peissenberg	16,0 ± 0,8	16,6 ± 0,6	-
- Paris	4,5 ± 0,9	3,4 ± 1,3	-
- London	3,4 ± 0,5	2,1 ± 0,7	-

Das Gewicht der Unterschiede zwischen beiden Gruppen wird allerdings bei manchen Stationen durch den Betrag der Unsicherheit wieder etwas verringert, aber ganz abgesehen davon, dass durch Hinzuziehung einer grösseren Anzahl von Gruppen der Betrag der Unsicherheit noch sehr herabgedrückt werden kann, ist eben diese grosse Verschiedenheit der Werthe in den einzelnen Fleckenperioden ein Beweis dafür, dass ausser den durch die elfjährige Periode veranlassten Schwankungen noch andere einer grösseren Periode zuzuschreibende Einflüsse vorhanden sein müssen. Ist erst einmal die Dauer der grossen Periode sicher festgestellt und der betreffende Werth allgemein anerkannt, dann werden sich auch die einzelnen *A*- und *B*-Gruppen weit besser vergleichen lassen, weil es dann möglich sein wird, die dem grossen Maximum (resp. Minimum) naheliegenden Jahre einer gesonderten Betrachtung zu unterziehen.

Es sollen nun die Winter, welche sich in Europa und Nordamerika seit dem Jahre 1709 bis auf die Gegenwart durch Intensität und besonders durch lange Dauer der Kälte ausgezeichnet haben, kurz darauf geprüft werden, ob und wie sich dieselben zur elfjährigen Periode in Beziehung setzen lassen. Bei diesen Untersuchungen habe ich mich indessen nicht an die Behandlungsweise dieses Gegenstandes durch Dove (und Arago) gehalten, sondern über jeden Winter nur das angeführt, was mir für den vorliegenden Zweck — Vergleichung mit der Fleckenperiode — wichtig und bedeutsam erschienen ist.

Die mitgetheilten numerischen Angaben sind selbstredend meist den grossen Sammlungen Dove's[1]), einige auch den so interessanten und eingehenden Darstellungen Arago's entnommen[2]). Für die neuere Zeit wurden auch einige andere Quellen, welche an den entsprechenden Orten aufgeführt sind, benutzt. Sämmtliche vorkommende Temperaturangaben sind in Graden Celsius ausgedrückt.

Die Resultate der nun folgenden Untersuchungen werden sich passend erst am Ende derselben zusammenstellen lassen, nur soviel sei schon vorläufig bemerkt, dass sich (die später zu erörternde Um-

1) Ueber die nichtperiodischen Aenderungen etc., 7 Bde., Berlin 1840, 1841, 1844, 1847, 1853, 1859, 1869. — Darstellung der Wärmeerscheinungen durch 5tägige Mittel, 3 Bde., 1856, 1863, 1870.

2) Sämmtl. Werke, herausgeg. v. Prof. Dr. Hankel. Bd. VIII.

kehrungszeit ausgenommen), ohne irgendwie den Thatsachen Gewalt anzuthun, in bei weitem den meisten Fleckenperioden für die Jahre vom Maximum bis zum Minimum (Gruppe *A*) ein häufigeres, und für die Jahre steigender Fleckenmenge ein viel selteneres Vorkommen kalter und **andauernder** Winter nachweisen lässt. Die heissen Sommer sind, wie dies später gezeigt werden soll, umgekehrt in den auf das Minimum folgenden Jahren (Gruppe *B*) am häufigsten und mangeln in der Gruppe *A* fast völlig.

Uebersicht der kalten Winter von 1709—1875, nach Sonnenfleckenperioden geordnet.

1. Gruppe des Maximums von 1705. — Die Maximalgruppe 1705—11 ist bezeichnet durch den berühmten Winter von 1709. Unsere Nachrichten über diesen Winter sind, was nümerische Angaben betrifft, noch recht lückenhaft, aber über die zeitliche und räumliche Verbreitung der Kälte, auf die es hier zunächst ankommt, ist besonders in dem schon erwähnten Werke von Pfaff (p. 28—58.) manches mitgetheilt, was aber hier natürlich nicht in den Détails wiedergegeben werden kann. Fast in ganz Europa trat die Kälte vom Anfang des Januar bis Ende März in höchst intensiver Weise auf. Jedoch ist es bemerkenswerth, dass im nördlichen England und besonders in Schottland dieser Winter nicht zu den besonders harten gerechnet wurde. Es kommt nämlich vor, dass der warme Strom (wie ihn Dove genannt hat), welcher oft während eines kalten europäischen Winters über Amerika hinfliesst, bis nach Westeuropa übergreift. Durch die verhältnissmässig geringen Kältegrade auf den britischen Inseln werden wir also mit grosser Wahrscheinlichkeit auf einen gleichzeitig in Amerika herrschenden milden Winter hingewiesen. Dass dieser Witterungsgegensatz zwischen Europa und Amerika, welchem wir noch oft begegnen werden, nicht in Widerspruch zu den Köppen'schen Sätzen, sowie zu den Annahmen, von welchen in den letzten Capiteln dieser Abhandlung ausgegangen wurde, steht, wird später noch erläutert werden. — Der vorhergehende sowie der folgende Sommer (1708 und 1709) waren ebenfalls rauh, so dass wir hier in der That eine sehr bemerkenswerthe anhaltende Kälteperiode vor uns haben.

2. Gruppe des Fleckenmaximums von 1717. — Für das Maximum von 1717 lassen sich darauffolgende strenge Winter nicht mit Sicherheit constatiren, dagegen war der vorhergehende Winter (1716) nach allen Berichten ein ausserordentlich kalter. Ich wage nicht zu entscheiden, ob dieser Winter mit dem Fleckenmaximum in Verbindung gebracht werden darf, denn das Auftreten des Kältemaximums vor dem Fleckenmaximum wäre für die gemässigte Zone auffallend und ist sonst nicht nachgewiesen. Vielleicht ist aber die Annahme gestattet, dass das Fleckenmaximum selbst noch etwas weiter zurückverlegt werden muss, da Professor Wolf selbst seine Relativzahlen für diese Jahre als noch nicht ganz sicher mit einem Fragezeichen versieht. Der Winter von 1716 war nach Dove in ganz Europa (ausser Schweden) ein ausserordentlich strenger; über sein Verhalten in Amerika ist nichts zu ermitteln.

3. Gruppe des Maximums von 1727. — Ein Jahr nach diesem Maximum finden wir den sehr strengen Winter von 1729. Derselbe entsprach der oben als wesentlich geforderten Bedingung der langen Dauer so vollständig, dass er als einer der hervorragendsten Winter des 18. Jahrhunderts bezeichnet werden darf. Aus der von Pfaff (p. 74) gegebenen erschöpfenden Darstellung ergeben sich längere Frostperioden für November und März, und eine fast ununterbrochene strenge Kälte (welche aber doch nicht die Höhe von 1709 erlangt haben soll) für December, Januar und Februar. Dieses Jahr ist das erste, welches Dove in seinem grossartigen Werke über die nichtperiodischen Aenderungen etc. bearbeitet hat. Zur besseren Characterisirung dieses Winters theile ich noch die Abweichungen der Stationen Berlin, Utrecht und Southwick vom Normalwerthe mit: (N. P. A. IV. p. 62.)

Tab. 25.

	Berlin.	Utrecht.	Southwick bei London.
Januar	— 4,06° C.	— 6,52° C.	— 1,31° C.
Februar	— 2,50 -	— 3,32 -	— 3,17 -
März	— 4,98 -	— 3,76 -	— 2,16 -
April	— 2,79 -	— 1,06 -	— 1,07 -

Die lange Dauer der negativen Abweichungen, die sogar den April noch mit umfassen, tritt hier recht hervor.

4. Gruppe des Maximums von 1738. — Der nächste durch seine Strenge hervorragende Winter war der von 1740. Die vorhergehenden, von Arago und Pfaff als streng bezeichneten Winter waren nicht anhaltend kalt. Der Winter von 1740 ist für Mitteleuropa wohl der kälteste und deshalb berühmteste der beiden letzten Jahrhunderte gewesen. Nur der von 1829/30 möchte ihm nahe kommen. Zu Berlin währten die negativen Abweichungen vom Januar 1740 bis zum Januar 1741 mit alleiniger Ausnahme des September, welcher ein wenig zu warm war. Sie erreichten im Januar den Betrag von —7,06, im Februar —7,91°C. Eben so stark sind sie in Leyden, geringer jedoch in Upsala, was vielleicht auf eine in den Polarländern herrschende Wärme hindeutet. Ueber die kalten Sommer von 1740, 1741 und 1742, welche jenem Winter folgten, wird in dem betreffenden Capitel gesprochen werden. Als Nachzügler des Hauptwinters erscheint der Winter von 1742 (4 Jahre nach dem Fleckenmax.), er war aber von bedeutend geringerer Intensität.

5. Gruppe des Maximums von 1750. — Hier haben wir es nur mit dem Winter von 1752 zu thun, welcher nach Arago in Südfrankreich vom December bis zum 14. April währte. Auf nördlicheren Stationen trat indessen dieser Winter doch nicht derartig auf, dass ich ihn als Stütze jenes behaupteten Zusammenhanges verwenden könnte. Nur der Januar war überall bedeutend zu kalt.

6. Gruppe des Maximums von 1761. — Das hierhergehörige Maximum der Kälte trat 1762/63 auf, also wieder zwei Jahre nach dem Fleckenmaximum (ähnlich wie 1738—40). Es finden sich schon im October 1762 recht bedeutende negative Abweichungen: Zwanenburg —2,45, Lund —3,60; im December Zwanenburg —2,96, Berlin —2,27; Januar Lund —2,20, Berlin —1,62, Amsterdam —4,76, Zwanenburg —6,21, Mailand —2,21. In Rom waren nach Arago alle Brunnen gefroren. Während des ganzen folgenden Sommers und Herbstes herrschten in einem grossen Theile Europas negative Abweichungen vor (N. P. A. IV. p. 66, 67). Unter den folgenden kalten Wintern 1766, 1767, 1768 befand sich keiner vom ersten Range.

7. Gruppe des Maximums von 1770. — Für dieses Maximum lässt sich der Zeitpunkt des Kältemaximums etwas schwierig fixiren; die darauffolgenden Winter werden alle als kalt bezeichnet, der von

1771 scheint im westlichen Europa am anhaltendsten gewesen zu sein. Lund, Kopenhagen, Berlin, Amsterdam, Zwanenburg zeigen vom Januar bis zum April erhebliche negative Abweichungen, am meisten Lund (im März —4,70° C.). Der Sommer war in den meisten Gegenden Europas zu kalt. In Amerika war, nach den Abweichungen von Philadelphia zu schliessen, der Winter sehr mild, nur der Januar zeigt eine stärkere, der November eine schwächere negative Abweichung. Der folgende Sommer war dagegen wie in Europa ununterbrochen zu kalt (Juli —1,69°). Der oft als sehr kalt bezeichnete Winter von 1776 war nur in der Mitte und dem Westen Europas und auch da nur im Januar streng, in den übrigen Monaten war er normal oder sogar etwas zu warm.

8. Die Zeit der Umkehrung. — Die nächste Fleckenperiode war eine sehr kurze (von 1779—1788). Das Jahr 1788 wird gegenwärtig als das Maximaljahr der grossen (55jähr.) Periode angesehen. Damit würde die ungewöhnliche Menge strenger und anhaltender Winter ganz gut übereinstimmen, welche das neunte Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts aufzuweisen hat. Doch fällt hier der Höhepunkt der Kältecurve nicht mehr genau mit dem Fleckenmaximum (mit Berücksichtigung der Verspätung) zusammen, sondern schon vorher in die Nähe des vorausgehenden Minimums 1784. Es macht sich somit schon hier jene merkwürdige Umkehrung der Temperaturcurve geltend, welche da Maxima setzt, wo Minima zu erwarten waren, und umgekehrt. Ueber die Beziehungen jener Umkehrung zu einer gleichzeitigen grossen Störung im Gange der Fleckencurve s. später. Der Winter von 1784 schon zeigt in ganz Europa nur negative Abweichungen; in Liverpool dauern sie sogar vom August 1783 bis April 1784. Hohe Grade erreichte die Kälte indessen doch nur im Januar. Der Sommer 1784 ist als ein kalter zu bezeichnen und schon im October werden die negativen Abweichungen wieder bedeutend (Regensburg —2,74, Amsterdam —3,09), und es tritt bis zum December allenthalben strenge Kälte ein. Der Januar 1785 war wieder wärmer, dann aber folgte ein Nachwinter von einer solchen Dauer und Intensität, wie er in den meisten Gegenden Europas bis jetzt noch nicht wieder beobachtet wurde. Abweichungen im März (N. P. A. VII, 179.): Leipzig — 9,96, Berlin —7,72, Wien —6,67, Mailand —4,75. Der folgende ausser-

ordentlich strenge Winter 1788/89 steht dem Maximum der grossen Periode ganz nahe. Die Abweichungen erreichen im December die ansehnliche Höhe von —11,04 in Berlin, —8,84 in Wien, —5,70 in Genf (Näheres N. P. A. VII, p. 109, 110). Auch in diesem Winter steht der europäischen Kälte ein milder Winter in Amerika gegenüber, dessen positive Abweichungen aber bei weitem nicht so hoch über den Normalwerth stiegen, als die negativen Europas darunter herabsanken. Januar, Februar und April 1789 waren in Europa gleichfalls sehr kalt, etwas weniger der Februar. Es kann hier beiläufig angeführt werden, dass in diesen Winter die zwei kältesten Tage fallen, welche seit der Anstellung regelmässiger Beobachtungen in der Stadt Leipzig aufgezeichnet wurden (Bruhns, sächs. met. Beob. II, 111), nämlich der 15. und 17. December, welche eine mittlere Temperatur von —23,60° C. aufzuweisen hatten und mithin den verrufenen 21. Januar 1850 noch um 0,26° übertrafen. Der Sommer 1789 war ebenfalls rauh. In der nun folgenden langen (gleichsam verschleppten) Fleckenperiode 1788—1804 ist die Erscheinung unklar und bestimmte Kälteperioden weniger gut zu erkennen. Nur der besonders als Spätwinter auftretende Winter 1794—1795 wäre etwa zu erwähnen. Dann aber kehrt sich die Temperaturcurve vollständig um und es folgen gerade auf das Minimum von 1798 die strengen und langen Winter von 1799, 1800, 1802 und 1803, von welchen indessen (auch dieser Umstand ist vielleicht nicht unwichtig) keiner die Intensität der schon geschilderten und der noch folgenden eigentlichen Maximalwinter erreicht hat. Auf das wenig erhebliche Fleckenmaximum von 1804 folgte, ganz entsprechend der noch fortdauernden Umkehrung, kein Kältemaximum, dagegen war wiederum das folgende Minimum (1810) von mehreren ziemlich strengen Wintern begleitet, nämlich 1809, 1810 und 1811, von welchen besonders der mittlere durch seine in ganz Europa gleichmässig auftretende Intensität bemerkenswerth ist. Arago führt verschiedene interessante Belege dafür an, die ich aber übergehe, da sie für die hier vorliegenden Zwecke von geringerer Wichtigkeit sind. Amerika zeigt in allen drei Wintern nur wenige und geringe negative Abweichungen. Zur Gruppe dieser Winter ist auch wohl noch der historisch berühmt gewordene von 1812/13 zu rechnen. Derselbe brachte aber nur im

November und December anhaltende und heftige Kälte, im übrigen war er nahezu normal und kann also als ein strenger Winter ersten Ranges doch nicht bezeichnet werden.

Die Abweichungen im November und December waren (N. P. A. I, p. 75; hier nur vom 18jähr. Mittel) Berlin —2,34 und —6,87, Danzig —2,87 und —5,87, Torneå —4,68 und —1,29, Petersburg (vom 51jähr. Mittel) —3,76 und —8,24. Dagegen zeigt Januar bis März 1813 in Berlin —1,05, +2,91, 0,21; Danzig +0,87, 3,50, 0,40, Petersburg —6,81, +0,42, 1,62. In den Vereinigten Staaten tritt diesmal kein Gegensatz zu Europa auf, wir finden vielmehr zu Salem vom December 1811 bis zum März 1813, also volle 16 Monate nacheinander, negative (freilich nicht sehr hohe) Abweichungen. Bei dem ebenfalls nicht bedeutenden Maximum von 1816 ist die Erscheinung auch noch durch die Störung, welche damit ihr Ende erreichte, etwas verdunkelt und will man unparteiisch verfahren, wird man kaum eine Kälteperiode aufstellen können, welche zu diesem Maximum in Beziehung gesetzt werden könnte. Dagegen werden uns die höchst interessanten Verhältnisse der Sommer der Jahre 1812—1817 noch weiter unten beschäftigen.

9. Gruppe des Maximums von 1829. — Auf das recht ansehnliche Fleckenmaximum des Jahres 1829, welches den Höhepunkt der grossen Periode einleitete, folgt der berühmte Winter von 1829 auf 1830. Bei der Discussion der Kältedauer nach Tagen und Pentaden ist bereits mehrfach auf diesen berühmten Winter hingewiesen worden, welcher vom November bis zum Februar in nur selten und auf wenige Tage gemilderter Heftigkeit in Europa herrschte. Er erregte die allgemeine Aufmerksamkeit in so hohem Grade, dass ihn die fürstlich Jablonowski'sche Gesellschaft zum Gegenstande einer Preisaufgabe für das Jahr 1832 machte. Ich verzichte auf eine Anführung der Abweichungen für die einzelnen Stationen, dieselben sind bei Dove (N. P. A. VII, 112—116) übersichtlich zusammengestellt. In Amerika war dieser Winter durchaus mild. Im Monat December, in welchem zu Breslau die Abweichung —11,50 und zu Bologna noch —3,96 betrug, finden wir zu Cherry Valley 8,17, Montreal 5,37, Reykiavik auf Island 2,32, Habana 1,81° über dem Normalwerth. Characteristisch für diesen Winter ist es, dass Schottland wieder im Bereich des warmen Stromes lag (vgl. 1709, p. 48);

von England nach Schottland zu werden die negativen Abweichungen immer geringer, und gehen in Kinfauns Castle schon um 0,02 über den Normalwerth hinaus.

10. Gruppe des Maximums von 1837. — Dieses Maximum bildet wieder einen Culminationspunkt der grossen Periode und hat deshalb ungemein hohe Fleckenrelativzahlen aufzuweisen. In den folgenden Jahren finden wir mehrere weitverbreitete Erniedrigungen der Temperatur. Zuerst im Winter 1837 auf 1838. Die Kälte begann früh und dauerte bis tief in den Februar. Ihre grösste Intensität fiel in allen Theilen Europas in den Januar, doch wurden nicht ganz so tiefe Temperaturen beobachtet als 1830. Auch in diesem Winter finden wir in Amerika positive Abweichungen. Sie compensiren indessen wiederum **nicht** den hohen Betrag der europäischen Kälte, so dass immer noch (gemäss den Köppen'schen Aufstellungen) auch für dieses Maximum resp. die ihm folgenden Jahre eine Herabdrückung der Temperatur in der Gesammtzone bestehen bleibt. Während wir in Europa zahlreiche Stationen mit einer negativen Abweichung von 7—9° antreffen (Arys —9,56), beträgt in Amerika die höchste positive Abweichung nur 4,69° C. (Williamstown). Der nächste Winter (1838/39) war mässig, die Sommer 1837, 1838 und auch 1841 jedoch äusserst rauh. Der Winter 1839/40 ist wiederum ein besonders hervorragender. Er trat im December in Russland und Nordasien mit furchtbarer Strenge auf[1]), um in den ersten Monaten von 1840 ganz Europa zu umfassen. In Amerika war dieser Winter fast normal zu nennen. Die nächsten Winter bieten nichts besonderes, bis auf den heftigen Spätwinter von 1845, welcher allerdings, da er nach einem Minimum (1844) fiel, unserer Annahme wenig günstig ist. Auch der Winter von 1846/47, welcher auf einen der heissesten Sommer folgte, war in manchen Gegenden Europas mehr streng als mild zu nennen; die Kälte trat aber mehr sprung- und ruckweise als allgemein und anhaltend auf.

11. Gruppe des Maximums von 1848. — Hier treten uns wieder zwei sehr bemerkenswerthe kalte Winter entgegen: 1848 und besonders 1850. Der December 1847 war schon auf den meisten

1) Vergl. die interessante Schilderung Dove's über den Untergang eines russischen Heeres bei Chiwa, N. P. A. Bd. VII, 172.

europäischen Stationen zu kalt, ihm schloss sich der enorm kalte Januar 1848 an, so dass wir diesen Winter als einen anhaltenden bezeichnen dürfen. Amerika dagegen ist stets zu warm mit Ausnahme der Station Sitcha im Territorium Alaska. Die Gegend jenseits der Felsengebirge bildet übrigens fast immer einen Temperaturgegensatz zu den Staaten am atlantischen Ocean. Das Hauptmaximum der Kälte sowohl an Dauer wie an Intensität fällt auf den Winter 1849/50. Die Kälte begann auf sehr vielen Stationen schon im November, um im Januar ihr Maximum zu erreichen. Berlin hat schon im December —4,02° (Abweichung), Breslau —5,34. Die stärksten Erniedrigungen im Januar finden wir in Slatust (Ural) —10,40, Bromberg —8,55, Jena —6,87. Aber auch Marseille zeigt noch —4,00, Neapel —3,04° unter dem Normalwerth (Näheres N. P. A. VII, 121). Dagegen ist Amerika wieder durchaus warm: Baton Rouge 5,85, Baltimore 2,95, Milwaukee 2,77, aber Sitcha —5,56. Im März wiederholte sich die Kälte noch einmal (Brüssel —3,00). — Die folgenden längeren Winter 1853 und 1855 bezeichnen einen merkwürdigen Kälterückschlag oder secundäres Maximum, auf dessen Beziehungen zur Fleckencurve ich etwas näher eingehen muss. Die Relativzahlen des Prof. Wolf für 1848—1856 sind folgende:

Tab. 26.

	1848	1849	1850	1851	1852	1853	1854	1855	1856
	124,3	95,9	66,5	64,5	54,2	39,0	20,6	6,7	4,3
Abnahme.	—	27,4	29,4	2,0	10,3	14,4	18,4	13,9	2,4

Man sieht, dass besonders von 1850—1852 die Abnahme der Fleckenmenge eine sehr langsame war. Der October 1852 hat noch die hohe Zahl 67,3; auch wurden in diesem Jahre (4 Jahre nach dem Maximum) im mittleren Europa noch recht intensive Polarlichter beobachtet, so besonders am 19. Januar, 17—21. Februar und 11. November. Die Monatsrelativzahlen Wolf's vom Juli 1852—September 1853 lassen den gleichsam zurückspringenden Gang der Fleckencurve in jener Zeit noch besser erkennen:

Tab. 27.

	1852						1853								
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	42,0	39,0	37,5	67,3	54,3	45,4	41,1	42,9	37,7	47,6	34,7	40,0	45,9	50,4	33,5
Ab- oder Zunahme:		−3,0	−2,5	+29,8	−13,0	−8,9	−4,3	+1,8	−5,2	+9,9	−12,9	+5,3	+5,9	+4,5	−15,9

Die Sprünge vom September bis October 1852 und vom März bis April 1853 sind jedenfalls sehr auffällig. Wenn die Annahme richtig ist, dass grössere Häufigkeit der Sonnenflecken — direct oder indirect — nach 2 bis 3 Jahren in unseren Breiten eine Abkühlung der Temperatur nach sich zieht, so erklären jene Rücksprünge in der That nicht unbefriedigend das Wiedereinsetzen der Kälte in den Jahren 1853—1855. Noch zu Ende 1853 zeigt sich ein Wiederansteigen der Curve: November 23,4, December 39,0, und endlich auch noch im Herbst 1854: October 12,7, November 28,2. Jene beiden Winter sind zwar nicht gerade als besonders streng zu bezeichnen, aber doch als recht anhaltend. Auch der Winter 1854 war eher streng als mild. In Amerika war 1853 normal, 1854 und 1855 gleichfalls kalt.

12. Gruppe des Maximums von 1860. — Wie dieses Maximum ein weniger bedeutendes war, so ist auch die Kälteperiode in dieser Gruppe keine sehr erhebliche gewesen. Wir finden nur zwei mässig kalte Winter (1861 und 1862), dazu die rauhen Sommer 1860 und 1862 und endlich wieder einen Kälterückschlag 1864—1865. Die Abkühlung im Winter 1860/61 umfasste die Monate December und Januar. In Dove's fünftägigen Mitteln (II. Bd.) finde ich die grösste Abweichung für Januar 1—5 bei Arnstadt mit —12,50° angegeben. Februar und März sind überall milde, April und Mai dagegen sehr rauh (Mai 1—5 zeigt Prag eine Abweichung von —7,80°). Die amerikanischen Stationen fehlen von hier an leider, so dass wir nur auf gelegentliche Notizen angewiesen sind. Nach den Aufzeichnungen in St. Louis, Missouri[1]) zu schliessen — es ist dies nach Analogie früherer Jahre gestattet — war der Winter 1861 vom Januar bis April in Amerika zu warm, erst der Mai zeigt eine geringe Abkühlung. Die Kälte des Winters 1861—1862 überschritt kaum die normalen Grenzen und war auch nicht besonders andauernd. In diesem Winter zeigt Amerika dagegen eine bedeutende Abkühlung, besonders im Februar. 1863/64 und 1864/65 zeigten Winter, die wieder als Rückschläge oder secundäre Maxima aufzufassen sind. Zwischen ihnen lag der äusserst rauhe Sommer 1864. Die Kälte jener beiden Winter erreichte zwar einige Male hohe Grade, wurde aber immer

---

1) Zeitschr. der österr. Ges. für Meteor. Bd. IX (1874), No. 6.

wieder durch Wärmeperioden unterbrochen[1]. Wolfers weist in seiner Arbeit nach, dass der Winter 1865 wenigstens für Berlin nicht zu den besonders strengen gerechnet werden könne.

13. Gruppe des Maximums von 1870. — Das letztvergangene Fleckenmaximum unseres Jahrhunderts wird bezeichnet durch die Kälteperiode des Winters 1870 auf 1871 sowie mehrere kalte Sommer. Auch schon der Winter 1870 war in vielen Gegenden Europas ausserordentlich kalt. Am 8. Februar 1870 hatte Ratibor —31,87, Jassy —37,50, Czernowitz sogar —42,50° C. nach Heis (vielleicht doch ein Druckfehler anzunehmen?). In Aquila in Mittelitalien waren am 28. Januar —13,00. Der nordamerikanische Winter war durchaus warm, merkwürdigerweise scheint aber in Mittelamerika bedeutende Kälte geherrscht zu haben, denn nach Heis erfroren in diesem Winter auf dem mexicanischen Hochlande alle Tabaksfelder. Der Winter 1871 ist als der eigentliche Centralwinter dieser Gruppe zu betrachten. Ich führe die Temperaturmittel für December, Januar Februar (nach Heis) hier für einige Orte an:

Tab. 28.

	12	1	2
Upsala	— 9,10	— 6,41	— 13,74
Münster	— 1,92	— 1,61	+ 2,42
Brüssel	— 1,29	— 1,66	+ 4,47
Krakau	— 6,59	— 9,75	—
Wien	— 3,76	— 4,02	— 0,49
München	—	— 5,77	— 1,02
Klagenfurt	—	— 7,20	— 5,95

Der Bodensee und der Sund waren fest gefroren, bei Leitmeritz in Böhmen soll man schon im December —30° C. beobachtet haben. In Amerika war dieser Winter etwas zu warm, St. Louis hatte im December —0,9, Januar 1,9, Februar 1,8, März sogar 4,8 Abweichung. Stellen wir jetzt unsere bisher gewonnenen Resultate zusammen, so erhalten wir folgende Tabelle:

1) Vergl. den Aufsatz von Prof. Wolfers über den Winter von 1865 in Heis' Wochenschrift 1865, Nr. 43.

Tab. 29.

Maximalgruppe.	Strenge Winter.
1705—1711	1709
1717—1722	1716 ?
1727—1733	1729
1738—1744	1740, 1742
1750—1754	1752
1761—1765	1763
1770—1774	1771
Umkehrung: 1779—1820	1784, 1785, 1789, 1795, 1810
1829—1832	1830
1837—1843	1838, 1840
1848—1855	1848, 1850, 1853, 1855
1860—1866	1861, 1864, 1865
1870—1875[1])	1870, 1871, 1875

Durch die mitgetheilten kurzen Characteristiken der einzelnen Winter sowie durch die nebenstehende Tafel (Tab. 29) hoffe ich gezeigt zu haben, dass (zunächst für die nördliche Hemisphäre) die kalten Winter nicht regellos verstreut sind, sondern dass sie in den Jahren, welche auf ein Maximum der Sonnenflecken zunächst folgen, (Gruppe *A*) am häufigsten sind. Bei einem plötzlichen Wiederansteigen der Fleckencurve einige Jahre nach dem Hauptmaximum setzt auch die Kälte wieder ein (vgl. besonders 1853—1855, p. 55). Vorstehende Sätze treffen **genau** nur für die östliche Hälfte der nördlichen gemässigten Zone zu, in Amerika scheinen in der Gruppe *A* gerade milde Winter häufiger vorzukommen; ich habe indessen schon mehrfach darauf hingewiesen, dass diese Thatsache die Köppen'schen Sätze nicht zu erschüttern vermag; es zeigte sich uns vielfach, dass die Erwärmung Amerikas die Abkühlung Europas durchaus nicht compensiren konnte. Ausserdem ist auch zu berücksichtigen, dass gerade das östliche Nordamerika im ganzen Jahre im

1) Nach den bisher bekannt gewordenen Uebersichten für die Jahre 1875 und 1876 (von Prof. Wolf, Weber in Peckeloh und Prof. Schmidt in Athen) ist das Minimum 1876 eingetreten. Wolf's Relativzahl für 1876 ist 11,3. (Astr. Nachr. No. 2118, p. 94.)

Verhältniss zu seiner geographischen Breite zu kalt ist[1]). Uebrigens tritt auch der Temperaturgegensatz in manchen Wintern nur in einzelnen Monaten auf, in anderen aber herrscht zwischen beiden Hemisphären volle Uebereinstimmung. Endlich giebt es auch Fälle, in welchen während eines ganzen Winters kein Temperaturgegensatz stattfand, vielmehr die Abweichungen in Europa und Amerika gleiches Vorzeichen hatten. In solchen Fällen liegt, wie Dove vermuthet und auch an einzelnen Beispielen wahrscheinlich gemacht hat, der Gegensatz in den Polargegenden. Am Schlusse dieses ganzen Capitels wird sich noch die Gelegenheit finden, über diesen Gegenstand einige weitere Bemerkungen anzuschliessen. Für jetzt gehe ich zu dem Verhalten der Winter in den Jahren der Minimalgruppen (*B*) über.

Uebersicht der milden Winter von 1723—1872, nach Fleckenperioden.

Der Begriff eines milden Winters lässt sich schwieriger fixiren, als der eines strengen; auch sind uns für die Zeiten vor der Anstellung regelmässiger Beobachtungen weit weniger Nachrichten über milde Winter aufbewahrt als über strenge und langdauernde. Die letzteren pflegen überhaupt wegen ihrer schädlichen Wirkungen auf die Pflanzenwelt weit länger im Gedächtniss der Menschen fortzuleben. Im Allgemeinen werden wir solche Winter als mild bezeichnen dürfen, in welchen die überwiegende Mehrzahl der Abweichungen positiv lautet und die Wärme nur selten und auf kurze Zeit durch Kälteperioden unterbrochen wird.

1. Gruppe des Minimums 1723. — Für die ersten beiden Fleckenminima des 18. Jahrhunderts (1712 und 1723) kann ich mich wegen des Fehlens numerischer Angaben auf Vergleiche mit der Fleckenperiode nicht einlassen, da die sonstigen Notizen über milde Winter der Natur der Sache nach doch zu wenig verwerthbar sind. — Der Winter von 1723 wird von Arago als ungewöhnlich mild geschildert. Er führt mehrere Belege dafür an, jedoch nur aus England und Portugal, so dass sich nicht bestimmt sagen lässt, ob die Erwärmung sich über ganz Europa ausgedehnt hat oder nicht.

1) Dove, Verbreitung der Wärme auf der Erdoberfläche, Berlin 1852, besonders Karte IV zu vergleichen.

2. Gruppe des Minimums von 1734. — In dieser Gruppe finden sich zwei Winter, welche erheblich zu warm waren: 1734 und 1737. Die Abweichungen vom vieljährigen Mittel sind für Berlin:

Tab. 30.

	11	12	1	2	3
1733/34	0,41	3,75	1,56	3,15	2,31
1736/37	0,04	2,15	3,35	0,95	1,95

(N. P. A. IV). Die übrigen Winter der Gruppe waren nahe normal, keiner indessen zu kalt.

3. Gruppe des Minimums von 1745. — Hier finde ich in den Listen von Berlin, welche fast allein für jene Zeiten vorhanden sind, zunächst mehrere mittlere oder normale Winter, dann zum Schlusse die entschieden zu warmen von 1749 und 1750. Die Abweichungen waren:

Tab. 31.

		11	12	1	2	3
1748/49	Berlin	2,39	4,67	3,89	0,85	— 1,91
	Zwanenburg	2,10	4,32	3,37	0,14	— 1,36
1749/50	Berlin	— 0,64	2,27	2,55	4,29	4,82
	Zwanenburg	— 0,56	2,06	— 0,42	3,25	3,60

Wir haben hier ein Beispiel, dass die Periode des Wärmeüberschusses noch bis in den Beginn des nächstfolgenden Fleckenmaximums (hier 1750) hineinreichen kann.

4. Gruppe des Minimums von 1755. — Es sind hier 3 Winter von ausserordentlicher Milde zu erwähnen: 1756, 1759 und 1761.

Tab. 32.

	12	1	2	3	11	12	1	2	3	11	12	1	2	3
Berlin	4,11	6,30	4,74	3,82	1,89	2,04	5,21	3,56	3,00	1,85	4,00	3,60	3,51	4,65
Zwanenburg	1,52	4,00	1,65	0,47	0,06	0,45	3,56	2,66	1,86	1,35	3,29	2,22	2,37	2,96
	1755	1756			1758		1759			1760		1761		

Die andauernd positiven Abweichungen dieser 3 Winter sind in der That sehr bemerkenswerth. Die Wärme reicht auch hier bis an das nächste Maximum hinan (1761). Im Jahre 1764 (also gerade

in der Mitte der nächsten Maximalgruppe) haben wir ebenfalls einen sehr warmen Winter. Dies scheint zunächst unserer Annahme zu widersprechen; allein es ist zu berücksichtigen, dass hier nirgend behauptet wurde, die zu warmen Winter fänden sich nur in der Gruppe *B*. Es soll nur gezeigt werden, dass milde Winter und, wie sich weiterhin herausstellen wird, auch heisse Sommer in den kürzeren Minimalgruppen häufiger vorkommen als in den weit mehr Jahre umfassenden Maximalgruppen. Diese Thatsache kann durch vereinzelte in der Maximalgruppe auftretende zu warme Winter natürlich nicht erschüttert werden.

5. Gruppe des Minimums von 1766. — 1769 ist derjenige warme Winter, welcher vorzugsweise hier beachtenswerth ist. Er war jedoch nicht so hervorragend als einige der schon besprochenen. Berlin zeigt (November—März) 2,36, 2,02, 2,66, 0,65, 2,55. Nach Süden zu finden sich aber schon negative Abweichungen, z. B. bei Mailand.

6. Gruppe des Minimums von 1775. — Auch in dieser Gruppe ist die Periode der grössten Wärme bis nahe an das nächste Fleckenmaximum verschoben. Sie fällt in die Jahre 1778—1779. Der Winter von 1779, welcher auf den durch seine anhaltende Wärme berühmten Sommer 1778 folgte, zeigt nur im Januar eine kleine Abkühlung, sonst lauten die Abweichungen vom November bis März stets positiv.

7. Die Periode der Umkehrung. — Es beginnt nunmehr das Maximum der grossen Periode sich geltend zu machen. Während des Jahrzehnts von 1780—1790 findet sich wenigstens für den Ostcontinent kein einziger Winter, der als entschieden zu warm bezeichnet werden könnte, alle waren normal oder zu kalt (s. oben p. 51). Auch der hier und da als warm angeführte Winter von 1783 verdient diese Bezeichnung nicht, denn die Station Zwanenburg z. B. zeigt nur im Januar und Februar positive Abweichungen, im November, December und März aber negative. Ebenso verhält es sich in den übrigen Theilen Europas.

Nun folgt jene merkwürdige Umkehrung, in welcher nicht das Minimum, sondern gerade das Maximum von höheren Temperaturen begleitet wurde. Wir finden zunächst eine Reihe aufeinanderfolgender warmer Winter in den Jahren 1790—1794. Bei dem grossen

Interesse, welches diese Umkehrungsperiode unläugbar hat, wird es nicht überflüssig sein, für diese 5 Winter folgende Zahlen hier aufzunehmen:

Tab. 33.

		11 (des Vor	12 jahres)	1	2	3
Zwanenburg	1790	— 1,37	2,30	2,75	3,14	1,91
	1791	— 2,14	1,11	3,42	1,61	1,54
	1792	— 0,99	— 0,66	1,32	— 0,47	0,04
	1793	— 0,17	1,31	0,65	1,99	0,04
	1794	— 0,21	2,00	— 0,26	2,61	3,22

Die ungewöhnliche Wärme dieser Winter trat in einem sehr grossen Theile Europas ganz gleichmässig auf. In Nordamerika waren 1790 und 1792 entschieden zu kalt, von 1793 und 1794 waren einzelne Monate zu warm, andere zu kalt. Ganz entsprechend der Umkehrung finden wir die nächsten Winter von bemerkenswerth hoher Temperatur erst nach dem nächsten Fleckenmaximum, welches 1804 eintrat. Besonders ist hier der Winter von 1806 hervorzuheben, einige andere von geringerer Bedeutung können übergangen werden.

Für 1806 entnehme ich den verschiedenen von Dove mitgetheilten Beobachtungsreihen folgende Abweichungen:

Tab. 34.

	1805, 11	12	1806, 1	2	3
Wien	— 2,74	0,30	**5,05**	2,65	1,34
Berlin	— 3,75	0,27	**3,09**	0,95	— 0,24

Dem nächsten Winter von andauernder Wärme begegnen wir nach langer Pause erst im Jahre 1819. Aber auch dieser gehörte nicht zu den an erster Stelle erwähnenswerthen, ich gehe deshalb gleich zu den Erscheinungen des berühmten Winters von 1822 über, mit welchem Flecken- und Wärmecurve ihren regelmässigen Gang wieder aufnahmen.

8. Gruppe des Minimums von 1823. — Auf die ungewöhnliche Wärme des ganzen dritten Jahrzehnts unseres Jahrhunderts habe

ich bereits bei Gelegenheit der Erörterung der Köppen'schen Resultate kurz hingewiesen (s. p. 30 f.). Die Winter, mit welchen wir es an dieser Stelle zu thun haben, sind vor Allem der von 1822 (welcher dem Fleckenminimum etwas voranging, ein Fall, der nicht ganz vereinzelt dasteht, vgl. 1866), dann der von 1826. Da der Winter von 1822 auch von einem der heissesten Sommer begleitet wurde, so haben wir hier eine Periode anhaltender Wärme, wie sie nur sehr selten zu verzeichnen war.

Wichtigste Abweichungen: (N. P. A. VII, 157, 158.)

Tab. 35.

	1821		1822		
	11	12	1	2	3
Petersburg	2,10	4,01	2,87	6,44	5,60° C.
Berlin	3,49	3,02	3,07	3,60	3,87
Wien.	2,41	3,62	3,56	2,04	4,30
Zwanenburg	2,15	2,66	3,30	2,41	2,82
Paris.	3,37	3,87	2,45	1,90	3,27
Dagegen:					
Salem	0,52	— 1,64	— 2,00	— 0,62	2,05
Ft. Snelling (Minnesota)	— 0,51	— 3,50	— 1,15	1,41	3,93

Man sieht hier recht deutlich, wie die negativen Abweichungen Amerikas nicht hinreichen, die positiven Europas aufzuheben. In den letzten Monaten des Winters nimmt sogar Amerika an der Erwärmung Theil. — Jedenfalls ist die consequente Andauer positiver Abweichungen von so bedeutender Höhe in den verschiedensten Theilen Europas ein Phänomen, welches alle Beachtung verdient. — Der Winter 1825/26 zeigt zwar im December eine sehr hohe Erwärmung, aber dieselbe bleibt in den übrigen Monaten nicht in gleicher Weise bestehen, so dass ich auf dieses Jahr kein weiteres Gewicht legen will, wenn auch der Winter 1826 jedenfalls eher warm als kalt zu nennen ist.

9. Gruppe des Minimums von 1833. — Diese Periode ist denkwürdig geworden durch das warme Jahr 1834. Die hohe Wärme begann mit dem Winter 1833/34:

Tab. 36.

	11	12	1	2	3
Berlin	0,45	3,87	4,84	0,85	1,35° C.
Zwanenburg	0,55	3,84	5,26	0,50	1,44
Wien	0,29	5,04	5,84	0,40	—0,36
Albany	— 0,76	0,22	— 1,47	4,66	0,84

Darauf folgt der berühmte Sommer 1834, dann der Winter 1834/35, welcher dem eben geschilderten nicht nachstand. Dagegen war er in Amerika ganz ausserordentlich kalt, ohne dass jedoch die Kälte Amerikas die Erwärmung der Gesammtzone annulliren konnte:

Tab. 37.

	11	12	1	2	3
Petersburg	— 0,40	0,32	3,05	4,41	2,46° C.
Berlin	0,97	1,22	2,44	2,17	0,84
Zwanenburg	— 0,39	1,77	1,51	2,26	0,59
Albany	— 0,45	— 1,41	— 1,32	— 1,87	—1,22

Mit diesem Winter hatte die Periode anhaltender Wärme ihr Ende erreicht, um einer sehr entschiedenen Kälteperiode Platz zu machen (Maximum der grossen Periode).

10. Gruppe des Minimums von 1844. — Es ist hier der warme Winter 1845/46 erwähnenswerth, welcher übrigens denjenigen der 8. und 9. Minimalgruppe doch einigermassen nachstand:

Tab. 38.

	11	12	1	2	3
Petersburg	4,00	1,77	— 1,14	— 4,37	3,94
Berlin	1,57	1,34	2,40	3,16	3,52
Wien	4,84	2,50	2,92	2,20	1,84
Albany	1,96	— 3,29	0,81	— 2,07	1,44

11. Gruppe des Minimums von 1856. — Wir treffen hier mehrere aufeinanderfolgende zu warme Winter, ein besonders bemerkenswerther befindet sich jedoch nicht unter denselben. Desto interessanter sind die heissen Sommer dieser Minimalgruppe.

Unter den Wintern war (wenigstens in seinem grösseren Theile) der von 1858/59 der wärmste. Während November und December 1858 an manchen Stationen auffallend hohe Kältegrade aufzuweisen haben, blieben die ersten Monate von 1859 andauernd mild.

Tab. 39.

	1858		1859		
	11	12	1	2	3
Berlin	— 3,96	— 0,03	3,19	2,85	3,44
Paris	— 3,31	1,06	1,31	1,64	2,14
Toronto	— 1,44	0,59	1,39	1,90	3,71
Newhaven	— 1,95	— 0,05	— 0,55	1,34	2,27

Amerika nimmt diesmal genau Theil an den Wärmeverhältnissen Europas. — Der Winter 1862 auf 1863 ist wieder eine isolirte Wärmeperiode in der Maximalgruppe, wie wir schon 1763 eine solche fanden. Die Erwärmung war übrigens nicht über ganz Europa verbreitet, Südeuropa, besonders Italien, nimmt nicht daran Theil. Nach St. Louis zu schliessen, war dieser Winter in Amerika ein normaler.

12. Gruppe des Minimums von 1867. — In dieser Gruppe tritt die Wärmeperiode schon vor dem Minimum auf (wie 1822), nämlich zunächst in dem Sommer 1865 und dann in dem äusserst milden Winter 1865/66, welcher dagegen in Amerika ziemlich streng auftrat. Für Europa finden wir die Abweichungen:

Tab. 40.

	1865		1866		
	11	12	1	2	3
Berlin	2,57	1,70	5,56	3,54	— 0,64
Wien	1,27	— 0,24	2,68	3,21	0,94
Paris	0,52	— 0,55	5,10	3,44	0,35
Upsala	1,46	2,22	6,87	— 2,74	1,70

Der nächste Winter (1866/67) war in Europa (jedoch mit Ausnahme von Schottland, vgl. N. P. A. VII, 187) ebenfalls mild. Desto mehr stach dagegen das berüchtigte rauhe Frühjahr 1867 ab, welches in vielen Gegenden die traurigsten Folgen hatte. In Amerika

war der Januar sehr streng, noch mehr der März, der Ueberschuss der übrigen Monate kann das Deficit nicht ausgleichen.

1867/68 ist etwas über normal, in Amerika kalt. Der Winter 1868/69 dagegen, welcher einem der heissesten Sommer des Jahrhunderts folgte, wies ausserordentlich hohe positive Abweichungen auf, von welchen ich einige der bemerkenswerthesten hier anführen will. Sie sind theils aus Dove's 5täg. Wärmemitteln Bd. III, theils aus dem 19. Hefte der Preussischen Statistik ausgewählt worden. (Celsiusgrade).

Tab. 41.

1868, December:	Memel	(6) 4,56		Creuznach	(5) 8,04
	Tilsit	(6) 5,46		Hechingen	(5) **8,74**
	Claussen	(6) 6,79		Basel	(6) 8,52
	Breslau	(6) 8,54		Genf	(2) 8,15
	Leipzig	(5) 7,20		Brüssel	(6) 6,02
	Hannover	(4) 6,81			

Die eingeklammerte Zahl zeigt an, **die wievielte Pentade** des betreffenden Monates gemeint ist.

Der Januar war in seiner ersten Hälfte gleichfalls äusserst warm, in der zweiten folgte eine ganz kurze Periode heftiger Kälte. Der Februar war andauernd hoch über dem Normalwerth.

Tab. 42.

1869, Januar u. Februar:	Memel	(2) 6,74	(2) 6,54
	Berlin	(2) 6,77	(2) 7,60
	Dresden	(1) 6,12	(3) 6,26
	Leipzig	(1) 5,82	(2) 7,04
	Kopenhagen	(2) 5,29	(2) 7,26
	Hannover	(1) 5,91	(2) 7,50
	Brüssel	(2) 6,60	(1) 7,01

Es wird von Interesse sein, auch einige der überaus hohen Maximaltemperaturen dieses Winters anzuführen:

Tab. 43, a.

December:	Berlin	14,5° C.
	Görlitz	16,2
	Dresden	16,5
	Cöln	16,9
	Heilbronn	18,1
	Wien	**19,5**
	Brüssel	15,1

Tab. 43, b.

1869, Januar:	Berlin	9,7
	Leipzig	9,9
	Chemnitz	12,6
	Münster	13,9
	Crefeld	**14,7**
	Stuttgart	13,7
„ Februar:	Hamburg	14,9
	Chemnitz	15,0
	Stuttgart	**17,5**
	Wien	16,6

In Amerika war dieser Winter ein ziemlich kalter. — Seitdem haben wir noch einen auffallend milden Winter 1872/73 aufzuzeichnen gehabt. Ueber ihn gilt das schon bei 1763 und 1863 Gesagte. Der Winter 1873/74 war beinahe normal; positive und negative Abweichungen wechselten rasch mit einander ab. Die Winter von 1874/75 und 1875/76 zeigten eine enorme Dauer der Kälte, jedoch nur hin und wieder hohe Grade (1875 December 7). Sie bezeichnen wohl den Schluss der Maximalgruppe von 1870. Ueber ihre anscheinenden Beziehungen zur 45jährigen Periode Köppen's s. den Schluss dieses Abschnittes.

B. Der Sommer.

Nachdem ich so die Durchmusterung der Winter und die Erörterung ihrer Beziehungen zur Fleckenperiode bis auf die neueste Zeit fortgeführt habe, erübrigt noch eine ähnliche Untersuchung der meteorologischen Erscheinungen der einzelnen Sommer. Das Resultat wird hier ein noch etwas befriedigenderes sein als bei den Wintern; wir werden sehen, wie die grosse Mehrzahl der heissen Sommer auf die Jahre nach dem Minimum, die grösste Anzahl der in auffälliger Weise kalten Sommer auf die Jahre nach dem Maximum trifft. Ausnahmen werden uns natürlich ebenso entgegentreten wie in der Untersuchung über die Temperaturverhältnisse der Winter, es wird sich indessen herausstellen, dass namentlich in der Zahl der heissen Tage während eines Sommers die Periode sich noch etwas deutlicher abspiegelt als in der Länge der Kälteperioden oder der Zahl der Kältetage.

Ich theile zunächst wieder von den Stationen Berlin und Leipzig

5*

die Anzahl der Tage mit 15° *R.* (im Mittel) und darüber mit, sowie die Anzahl der Perioden aufeinanderfolgender heisser Tage (wie sie kurz bezeichnet werden sollen) in den einzelnen Sommern. Für diese Untersuchungen erschien es mir nicht nothwendig, die Celsius'sche Scala anzuwenden, da es sich hier nicht um absolute Temperaturgrössen, sondern nur um Vergleichungen verschiedener Jahre handelt.

Leipzig. Jahre 1830—1865, nach Bruhns, met. Beobb. l. c.

Tab. 44.

Jahr.	Zahl der Wärmeperioden.	Dauer der längsten Wärmeperioden.	Zahl der heissen Tage.	Mittlere Dauer einer Wärmeperiode.	Ausgeglichene Zahlen für die heissen Tage.
1830	13	12	32	2,5	—
1831	12	13	45	3,7	33,7
1832	7	7	24	3,4	35,7
1833	13	12	38	3,0	46,7
1834	19	26	78	4,2	52,7
1835	12	10	42	3,5	47,0
1836	13	3	21	1,6	31,0
1837	8	14	29	3,6	26,3
1838	10	10	29	2,9	31,3
1839	11	11	36	3,3	27,7
1840	13	3	18	1,4	31,3
1841	15	6	40	2,7	33,7
1842	9	27	43	4,8	36,3
1843	8	8	27	3,8	28,7
1844	7	4	16	2,3	25,7
1845	10	9	34	3,4	37,0
1846	16	14	61	3,8	44,3
1847	14	11	38	2,7	43,7
1848	12	6	32	2,6	29,0
1849	7	6	17	2,4	23,3
1850	10	5	21	2,1	21,3
1851	10	5	26	2,6	32,7
1852	15	15	51	3,4	38,3
1853	12	8	38	3,2	38,0
1854	9	12	25	2,8	33,7
1855	13	10	38	3,0	30,7
1856	10	10	29	2,9	43,3
1857	12	17	63	5,2	46,7
1858	12	18	48	4,0	62,0
1859	12	18	75	6,2	48,0
1860	10	4	21	2,1	50,0
1861	12	16	54	4,5	31,3
1862	11	4	18	1,6	33,3
1863	14	5	28	2,0	20,0
1864	9	3	14	1,5	30,0
1865	11	15	48	4,4	(32,7*)

*) Nach den Berliner auf Leipzig reducirten Zahlen.

In der letzten Columne finden sich die ausgeglichenen Zahlen für die Anzahl der heissen Tage

$$\text{(Jahr } B \doteq \frac{\text{Jahr } A + \text{Jahr } B + \text{Jahr } C}{3}$$

Eine Discussion dieser Zahlen verschiebe ich bis nach der Anreihung der Beobachtungen von Berlin (Tab. 45).

Berlin. 1848—1872, nach Preuss. Statistik. Heft 34, p. 53—64.

Tab. 45.

a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
1848	12	4	25	2,1	—
1849	8	7	21	2,6	30,3
1850	14	11	45	3,2	32,0
1851	11	6	30	2,7	45,3
1852	15	15	61	4,1	44,7
1853	9	10	43	4,9	46,3
1854	11	12	35	3,2	38,7
1855	13	10	38	2,9	33,7
1856	9	8	28	3,1	45,7
1857	15	18	71	4,7	52,7
1858	7	25	59	8,4	66,3
1859	14	13	69	4,9	52,3
1860	12	6	29	2,4	52,0
1861	15	17	58	3,8	39,3
1862	11	10	31	2,8	43,0
1863	15	7	40	2,7	30,3
1864	7	7	20	2,9	37,0
1865	10	17	51	5,1	37,7
1866	10	7	42	4,2	44,7
1867	11	9	41	3,7	54,7
1868	12	23	81	6,7	54,7
1869	13	12	42	3,2	58,7
1870	10	15	53	5,3	47,3
1871	13	8	47	3,6	46,0
1872	18	6	38	2,1	—

Bei einer Betrachtung der Tabellen 44 und 45 fällt sofort der periodisch ab- und wiederzunehmende Gang der einzelnen Zahlenreihen (besonders Columne *f*) auf. Die Anzahl der Wärmeperioden war eine hohe 1834, 1846, 1857—1859; eine sehr niedrige 1832, 1844, 1849, 1854, 1864. Wichtiger noch erscheinen die Zahlen für die Dauer der längsten Wärmeperiode (*c*) und für die mittlere Dauer der Perioden während eines Sommers (*e*). Eine einzelne Wärmeperiode hatte die längste Dauer 1834, 1842, 1857—1859,

1865, 1868; auffallend kurz war dagegen die längste Reihe aufeinanderfolgender heisser Tage:

1832, 1836, 1840, 1841, 1843-1845, 1848-1851, 1853, 1860, 1862-1864, 1866, 1867, 1871, 1872.
Fleckenmax. 1829 1837 1848 1860 1870

Die mittlere Dauer einer Wärmeperiode war

Tab. 46.

am längsten (> 4,0 Tage):

1834, 1842, 1858, 1859, 1861, 1865, 1868
Sonnenfleckenmin. 1833 1844 1856 1867.

am kürzesten (< 3,0 Tage):

1830, 1836, 1838, 1840, 1841, 1844, 1847-1851, 1854, 1856, 1860, 1862-1864, 1872
Sonnenfleckenmax. 1829 1837 1848 1860 1870

Die Uebereinstimmung ist hier recht gut hervortretend. Man sieht deutlich, wie jedes Fleckenmaximum von einer Gruppe kalter Sommer begleitet wird, während die Zahl derjenigen Sommer mit niedrigen Mittelzahlen, welche in die Nähe des Minimums fallen, eine sehr geringe ist (vgl. auch die graph. Darstellungen Fig. 3 und 4). Was endlich die Anzahl der heissen Tage betrifft, so lässt auch diese einen auffallenden Wärmemangel in der Umgebung des Maximums recht wohl erkennen. Ueber 60 heisse Tage fallen auf:

1834, 1846, 1857, 1859, 1868
Sonnenfleckenminimum: 1833, 1844 1856 1867.

Unter 30 dagegen hatten die Jahre:

1832, 1836-1838, 1840, 1843, 1844, 1849-1851, 1854, 1856, 1860, 1862-1864.
Sonnenfleckenmaximum: 1829 1837 1848 1860

Als characteristische Ausnahmen können wir 1854 und besonders 1844 betrachten. Vielleicht machte sich wegen der Nähe des grossen Maximums die Wärmesteigerung beim Minimum in jenem Jahrzehnt weniger fühlbar, vgl. die betreffenden Uebersichten der Winter und Sommer.

Ich gehe nun über zu einer Untersuchung der mitgetheilten Zahlenreihen nach 3jährigen Durchschnitten, nach fleckenreichen und fleckenarmen Jahren und endlich nach Jahresgruppen fallender und steigender Fleckenmenge (*A* und *B*).

1. Dreijährige Durchschnitte.

Tab. 47 (s. Tab. 44 u. 45).

	b	c	d	e
Leipzig. m 1833	13,0	15,0	46,7	3,5
M 1837	10,3	9,0	26,3	2,7
m 1844	8,3	7,0	25,7	3,2
M 1848	11,0	7,7	29,0	2,6
m 1856	11,7	12,3	43,3	3,7
M 1860	11,3	12,7	50,0	4,3
3 m =	33,0	34,3	115,7	10,4
3 M =	32,7	29,3	105,3	9,6
Mittel m =	11,0	11,4	38,6	3,5
M =	10,9	9,8	35,1	3,2

Diese Resultate ergeben zwar ein geringes Uebergewicht der Wärme für die Minima, aber die Unterschiede werden, wie man sich ohne weiteres sagen kann, schon durch den wahrscheinlichen Fehler wieder vollkommen annullirt. Es war dies auch gar nicht anders zu erwarten, denn es hat sich im Verlauf dieser Untersuchungen schon vielfach herausgestellt, dass die vom vorhergegangenen Minimum abhängigen Wärmeperioden sehr häufig bis an das nächste Fleckenmaximum unmittelbar heranreichen. — Es liegt auf der Hand, dass dieser Uebelstand (welcher in der Einleitung schon mehrfach berührt wurde) bei einer Discussion 5jähriger Durchschnitte, sowie besonders fleckenreicher und fleckenarmer Jahre noch erheblich mehr hervortreten muss, ich kann deshalb ohne Bedenken diese Zusammenstellungen und Vergleiche fallen lassen und gleich weitergehen zu einer Prüfung der Zahlen nach den Gruppen *A* und *B*, welche uns weit befriedigendere Resultate ergeben werden.

Tab. 48.

	b	c	d	e	
Leipzig. *A* 1830—1832	10,7	10,7	33,7	3,2	Alles Mittelwerthe für ein Jahr der betreffenden Gruppe.
B 1833—1836	14,2	12,7	44,7	3,1	
A 1837—1843	10,6	11,3	31,5	3,2	
B 1844—1847	11,7	9,5	37,2	3,0	
A 1848—1855	11,0	9,6	31,0	2,7	
B 1856—1859	11,5	15,7	53,7	4,6	
A 1860—1865	11,2	7,8	30,5	2,7	
Mittel *A*	10,9 ± 0,12	9,8 ± 0,62	31,7 ± 0,56	2,9 ± 0,13	
Mittel *B*	12,5 ± 0,78	12,6 ± 1,51	45,2 ± 4,04	3,6 ± 0,46	

Tab. 49.

		b	c	d	e
Berlin.	*A* 1848—1855	11,6	9,4	37,2	3,2
	B 1856—1859	11,2	14,2	56,7	5,3
	A 1860—1866	11,4	10,3	38,7	3,4
	B 1867—1869	12,0	14,0	54,7	4,5
	A 1870—1872	13,7	9,7	46,0	3,7
	Mittel *A*	12,2	9,8	40,6	3,4
		± 0,69	± 0,23	± 2,42	± 0,12
	Mittel *B*	11,6	14,1	55,7	4,9
		± 0,43	± 0,11	± 1,07	± 0,43

Die Unterschiede der beiden Gruppen sind hier so bedeutend und so regelmässig wiederkehrend, dass sie auch durch den Betrag des wahrscheinlichen Fehlers nicht mehr verwischt werden können. Am besten stimmen die Zahlen der Columne *d* (Zahl der Tage mit 15⁰ *R.* und darüber). Es tritt das besonders hervor, wenn man die Abweichungen vom allgemeinen Mittel für jede Gruppe in einer Reihe zusammenstellt:

Mittlere Zahl für **Leipzig** (1830—1865) **36,028** Tage.

Tab. 50.

Abweichungen vom Mittel:	Maximalgruppe 1830—1832	— 2,3	also	zu kalt
	Minimalgruppe 1333—1836	+ 8,7	-	zu warm
	Maximalgruppe 1837—1843	— 4,5	-	zu kalt
	Minimalgruppe 1844—1847	+ 1,2	-	zu warm
	Maximalgruppe 1848—1855	— 5,0	-	zu kalt
	Minimalgruppe 1856—1859	+17,7	-	zu warm
	Maximalgruppe 1860—1865	— 5,5	-	zu kalt.

Mittlere Zahl für **Berlin** (1849—1872) **43,920** Tage (in runder Zahl 44).

Tab. 51.

Abweichungen vom Mittel:	1848—1855	— 6,8
	1856—1859	+12,7
	1860—1866	— 5,3
	1867—1869	+10,7
	(1870—1872	+ 2,0).

Die Abwechslung der positiven und negativen Vorzeichen geschieht hier mit aller wünschenswerthen Regelmässigkeit. In Leipzig hatte im Mittel jedes der Gruppe *A* angehörige Jahr während des umspannten Zeitraums **4,3 Tage** mit mindestens 15⁰ zu wenig; jedes Jahr der Gruppe *B* hin-

gegen **9,2 Tage** zu viel. Für Berlin sind diese Werthe 3,4 Tage für Gruppe *A*, 11,7 Tage für Gruppe *B*. Es bleibt nur zu wünschen, dass diese gewiss höchst interessante Thatsache weiterverfolgt werden möge, namentlich durch Untersuchung der täglichen Mitteltemperaturen auch anderer Orte während eines möglichst langen Zeitraumes, doch lassen auch kürzere Reihen die Erscheinung noch erkennen.

In Figur I und II hatte ich eine graphische Darstellung der Verhältnisse der einzelnen Winter gegeben; es wird von Interesse sein, eine eben solche Figur für die Anzahl der Wärmetage in den verschiedenen Sommern zur Vergleichung hinzuzufügen. In Figur III findet sich 1) die Sonnenfleckencurve, und zwar umgekehrt dargestellt, so dass die Zacken Minima bezeichnen und die Einsenkungen Maxima. Zweitens sind aufgenommen die Zahlen für die Tage über 15⁰ *R*. für jeden Sommer, und zwar die in der schon bekannten Weise ausgeglichenen Zahlen. Figur III giebt die Leipziger Zahlen (1830—1865), Figur IV die Berliner (1849—1872).

Da die Wendepunkte der Wärmecurve, wie sich aus diesen Tafeln deutlich ersehen lässt, stets mehrere Jahre nach den entsprechenden Wendepunkten der Fleckencurve eintreten, liegt der Gedanke nahe, für die graphische Darstellung durch eine Verschiebung der Fleckencurve diese Verspätung, welche, wie dies Köppen nachwies, für unsere Zone eine regelmässig sich wiederholende ist, zu eliminiren und so die Uebereinstimmung der beiden Curven noch anschaulicher zu machen. Es ist dies in der Figur V versucht worden. Das Jahr 1860 z. B. erhielt die Relativzahl von 1858, 1862 aber die von 1860, sodass alle Maxima und Minima um zwei Jahre verschoben erscheinen. Auf diese Weise tritt die Uebereinstimmung viel deutlicher hervor, als auf den Figuren III und IV, wo der Phasenunterschied den Ueberblick erschwerte.

Nachdem ich nun durch diese Untersuchungen darzulegen versucht habe, dass auch die Dauer der Sommerwärme resp. die Zahl der heissen Tage in einer Beziehung zur Fleckenperiode steht, gehe ich wieder dazu über, vermittelst einer kurzen Durchmusterung der durch ungewöhnliche Wärme oder Kälte bemerkenswerthen Sommer

in den einzelnen Fleckenperioden nachzuweisen, dass jene Thatsachen nicht blos locale, sondern allgemeine Erscheinungen sind. Ich beginne mit einer Betrachtung derjenigen Sommer, welche sich durch einen andauernden Wärmemangel ausgezeichnet haben. Die angeführten Temperaturzahlen sind von jetzt an wieder ausschliesslich in Celsiusgraden ausgedrückt.

Uebersicht der kalten Sommer von 1709—1871, nach Fleckenperioden geordnet.

1. Gruppe des Maximums von 1705. — Diese Gruppe, welche den strengen Winter von 1709 enthält, hatte auch drei Sommer von bemerkenswerth geringer Wärme: 1709, 1710 und 1711. Sie lassen sich in Ermangelung genauer Beobachtungen nicht näher untersuchen; es sei deshalb nur noch angeführt, dass nach Arago der Sommer 1710 (in Paris) nur einen einzigen heissen Tag brachte, was auf einen anhaltenden Wärmemangel schliessen lässt.

2. Gruppe des Maximums von 1718. — Ueber die Sommer dieser Periode lassen sich so gut wie gar keine Angaben machen; ich gehe deshalb gleich über zur

3. Gruppe des Maximums von 1727. — Hier finden wir die für Mitteleuropa anhaltend zu kalten Sommer 1731 und 1732. Die Abweichungen vom vieljährigen Mittel waren für Berlin: (N. P. A. l. c.)

Tab. 52.

	5	6	7	8	9
1731	— 2,01	— 2,25	— 2,85	— 2,35	— 0,82° C.
1732	0,01	— 3,06	— 3,50	— 2,79	— 1,56

Die Stationen Utrecht und Southwick (bei London) zeigen ganz ähnliche Verhältnisse.

4. Gruppe des Maximums von 1738. — Diese Gruppe (nahe dem grossen Maximum) ist eine der merkwürdigsten, denn sie bringt neben dem berühmten Winter von 1740 und dem ebenfalls harten von 1742 (s. p. 50) die ganz erheblich zu kalten Sommer 1740, 1741 und 1742. Die fortdauernd negativen Abweichungen dieser 3 Sommer sind in der That recht bemerkenswerth. Berlin:

Tab. 53.

	5	6	7	8	9
1740	— 4,71	— 3,26	— 2,25	— 2,34	— 1,41
1741	— 2,72	— 3,12	— 0,84	— 2,24	— 0,76
1742	— 2,64	— 2,04	— 1,87	— 3,14	— 2,74

Die Kälte des Sommers 1740 war nach allen Berichten über ganz Europa verbreitet, nur in Schweden beginnen einige positive Abweichungen sich zu zeigen, so dass vielleicht die Polargegenden einen Wärmeüberschuss hatten. Dove weist auch darauf ausdrücklich hin.

5. Gruppe des Maximums von 1750. — Hier haben wir nur den Sommer von 1754 zu erwähnen, welcher besonders in Westeuropa ein kalter gewesen zu sein scheint. Die Zahlen für Berlin fehlen leider in diesem Jahre. Der häufig als kalt erwähnte Sommer 1756 hat nur im August erhebliche negative Abweichungen, die übrigen Monate zeigen keinen Mangel.

6. Gruppe des Maximums von 1761. — In dieser Gruppe findet sich kein Sommer, welcher geradezu als kalt bezeichnet werden könnte, nur 1763 zeigt Spuren einer Abkühlung. Ueberhaupt zeigt das 6. und 7. Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts im Ganzen eine hohe Wärme, welche nur wenig durch Kälteperioden unterbrochen wurde. Auch waren die Fleckenmaxima von 1750 und 1761 weniger erheblich als das vorausgehende von 1738 und das folgende von 1770.

7. Gruppe des Maximums von 1770. — Auch das nächstfolgende Maximum war von einem allgemein zu kalten Sommer nicht begleitet; doch scheint 1770 in Westeuropa ziemlich rauh gewesen zu sein, im Centrum Europas aber weit weniger. Aus einigen Bemerkungen Arago's geht auch hervor, dass der Sommer 1770 nicht einmal in allen Theilen Frankreichs den gleichen Character gezeigt haben kann. 1771 war in Nordeuropa etwas unter dem Normalwerth; kälter in den Vereinigten Staaten (Philadelphia im Juli —1,69° Abweichung).

8. Die Periode der Umkehrung. — Das nächste Maximum fiel auf 1779. — Die nächstfolgenden Sommer waren entsprechend der Umkehrung meist warm, dagegen trat nach dem Minimum von 1784 eine lange Reihe von kalten Sommern auf. Man darf auch

nicht vergessen, dass in das 9. Jahrzehnt des 18. Jahrhunderts wieder ein Maximum der grossen Periode fiel, dessen erkaltende Wirkung (wenn es gestattet ist, sich so auszudrücken) mit der Wirkung des Umkehrungs**minimums** zusammentraf. (1740 und 1837 aber, wo keine Umkehrung im Spiele war, sehen wir die intensivste Kälteperiode nach einem Maximum der kleinen Periode, welches zugleich das der grösseren war, eintreten.) Die kalten Sommer waren 1785, 1786, 1787, 1789, 1790. Nur 1788 war einigermassen warm. Ich führe die Abweichungen von Zwanenburg an, welche die andauernde Temperaturerniedrigung gut darstellen.

Tab. 54.

	5	6	7	8	9
1785	— 1,20	— 0,57	— 0,01	— 0,74	1,42
1786	— 0,74	0,90	— 2,25	— 0,94	— 1,94
1787	— 1,39	— 0,14	— 1,02	— 0,70	—
1789	0,70	— 0,81	— 0,72	— 0,09	— 0,50
1790	1,11	— 0,90	— 2,20	— 1,56	— 2,16

Die Erniedrigung war über den bei weitem grössten Theil Europas verbreitet, nur im äussersten Norden muss die Temperatur etwas höher gewesen sein, denn die Station Uleåborg in Finnland zeigt schon positive Abweichungen. In Amerika war der Sommer 1787 kalt, 1789 beinahe normal, 1790 kalt. Es folgt nun eine Reihe von Sommern, welche nichts aussergewöhnliches zeigen, der kalte Sommer von 1795 steht ganz vereinzelt; in Amerika war er erheblich zu warm; 1796 war theilweise kalt, in einigen Monaten aber über dem Normalwerth.

Nach dem Minimum von 1798 treten wieder mehrere Sommer mit erheblicher Temperaturerniedrigung auf, hauptsächlich 1799, dann auch 1802 und 1803. Dann folgen mehrere theils zu warme, theils wenigstens normale Sommer, bis am Ende der Umkehrungsperiode noch eine auffallende Reihe sehr kalter Sommer sich einstellte, welche durch ihren verderblichen Einfluss auf die Ernteerträgnisse etc. noch lange berühmt blieb. Von den Monaten Mai bis September waren in jenen Jahren 1812—1816 in Berlin zu kalt: 1812: Mai—September, 1813: Mai—September, 1814: Mai, Juni, August, September, 1815: Juli—September, 1816: Mai—

September. In Palermo waren von jenen 5 Monaten zu kalt: 1812: 4, 1813: 3, 1814: 5, 1815: 4, 1816: 4. In Copenhagen waren unter allen Mai- bis Septembermonaten jener 5 Jahre nur der Juli 1813 und der Juli 1814 etwas zu warm, alle übrigen zu kalt. Während diese andauernde Abkühlung am intensivsten in Westeuropa auftrat, war der Osten und Norden Europas eher zu warm. Schon Torneå zeigt mehr positive als negative Abweichungen und Odessa verdankte, wie Dove erwähnt, dem in Russland sehr günstigen Sommer des Jahres 1816 sein Aufblühen als Handelsstadt. In Nordamerika war dagegen genau dieselbe andauernde Kälte zu beobachten wie im westlichen Europa (Salem hat im Juli 1816 —3,11), so dass doch die Abkühlung im Ganzen genommen die hier und da hervortretende Erwärmung überwogen haben wird.

9. Gruppe des Maximums von 1829. — Das dritte Jahrzehnt unseres Jahrhunderts zeigt im Allgemeinen eine weit höhere Wärme als das vorhergehende und das nachfolgende. Die kühlen Sommer von 1820, 1821 und 1823 waren von geringerer Bedeutung. Bei dem Maximum 1829 zeigt sich dagegen das Eintreten kalter Sommer im Gefolge des Maximums wieder in recht deutlicher Weise. Schon der Sommer 1829 war auf den meisten europäischen Stationen zu kalt, die Hauptabkühlung trat aber 1830 ein. Der berühmte Winter 1829/30 ist schon besprochen worden (p. 53), der folgende Sommer war kaum weniger auffallend. Im August zeigt Regensburg —1,60, Stuttgart —1,70, Kinfauns Castle (in Schottland) —1,49, Zwanenburg im Juni —1,81, Paris im August —1,54. Der Sommer Amerikas stand ein wenig über dem Normalwerthe.

10. Gruppe des Maximums von 1837. — Auch in dieser Gruppe finden sich mehrere Sommer mit anhaltendem und weitverbreitetem Wärmemangel, hauptsächlich 1837, 1838 und 1841; aber auch 1839 und 1840 können durchaus nicht als warm bezeichnet werden. Einige der bedeutendsten Abweichungen waren: Genf, Juli 1840 —2,90, Juli 1841 —2,37, Wien, August 1838 —2,86, August 1839 —2,70, August 1840 —2,42. In Schottland (Kinfauns Castle) ist die Erniedrigung zwar nicht sehr tiefgehend, aber ungemein anhaltend; denn von 1837—1841 waren alle Sommermonate ausser Juli 1837 zu kalt. Es ist unläugbar, dass in jenen 5 Jahren dem europäischen Sommer ein nicht unbedeutender Theil der Normalwärme gefehlt

hat. In den Vereinigten Staaten waren 1838, 1840, 1841 etwas zu warm, 1837 und 1839 nahezu normal.

11. Gruppe des Maximums von 1848. — Die in den Sommermonaten 1849 und 1850 hervortretende Abkühlung war wohl ziemlich tief, aber sehr ungleichmässig über Europa verbreitet, während z. B. Prag und Wien bedeutende negative Differenzen zeigen (1849) findet sich bei Peissenberg nur eine ganz schwache Spur einer Erniedrigung; ähnliche auffallende Verschiedenheiten finden sich noch bei mehreren, oft gar nicht weit auseinanderliegenden Stationen.

12. Gruppe des Maximums von 1860. — Drei ganz besonders hervortretende kalte Sommer sind es, welche uns hier entgegentreten: 1860, 1862 und 1864. Dazu kommt noch der ebenfalls unter dem Normalwerthe bleibende Sommer von 1863. — 1860 waren die negativen Abweichungen eben so bedeutend als weitverbreitet. Ich hebe nur einige der bedeutendsten heraus: Schwerin (8) —1,89, Breslau (7) —1,95, Leipzig (7) —2,00, Prag (7) —2,67, Wien (7) —2,95, Triest (7) —2,70, Madrid (7) —1,97, Algier (7) —2,40, (8) —2,49, (9) —1,54, Oxford (6) —3,40, Dublin (6) —1,00. Man sieht, nach Westen hin werden die Abweichungen geringer, und in den Vereinigten Staaten wurde 1860 als eins der heissesten und trockensten Jahre seit langer Zeit bezeichnet. Ganz ähnliche Erscheinungen zeigen 1862 und 1864, in minderem Grade auch 1863. Das merkwürdigste unter diesen Jahren ist entschieden 1864.

Tab. 55.

	Petersburg.	Mandal.	Kopenhagen.	Greenock.	Görlitz.	Wien.	Crefeld.	Basel.	Madrid.
1862	(8)—3,02	(7)—2,37	(7)—2,81	(7)—2,24	(8)—1,80	(8)—1,57	(6)—1,95	(6)—1,57	(8)—2,00
1863	(7)—2,52	(7)—1,05	(7)—2,64	(8)—0,95	(7)—1,46	(7)—1,02	(7)—1,02	(7)—1,47	(8)—2,39
1864	(8)—2,07	(6)—1,57	(8)—4,04	(6)—1,29	(8)—2,20	(8)—2,39	(8)—1,75	(8)—1,75	(7)—1,07

Der Sommer 1865 war ein normaler, da einer Abkühlung im Juni und August eine bedeutende Wärme im Mai, Juli und September gegenüberstand. 1866 war im Juni sehr heiss, dann aber auffallend kühl und erst im September wieder wärmer. Von den zuletzt besprochenen Sommern waren in Amerika warm: 1862, 1864, 1865; kalt 1863, 1866.

13. Gruppe des Maximums von 1870. — Die hierher gehörigen

kalten Sommer waren vor Allem 1871, dann auch 1870 und 1872. Ich beschränke mich auf Mittheilung einiger Zahlen über den Sommer 1871. Ueberschaut man die Abweichungen der deutschen Stationen vom 20jährigen Mittel, wie sie in der Preussischen Statistik[1]) aufgeführt sind, springt der enorme Wärmemangel dieses Sommers augenblicklich in die Augen. Schon der Mai ist an allen Stationen negativ, Landeck (Schlesien) zeigt —4,36, Dresden —4,09, Wien —3,94. Im Juni zeigt allein Tilsit einen geringen Wärmeüberschuss (0,06°), alle übrigen Stationen zeigen wiederum sehr bedeutenden Mangel. Es haben z. B. Oberwiesenthal —4,91, Gotha —3,80, Carlsruhe —4,50, Wien —3,32. Der Juli und August waren theilweise wärmer (jedoch nicht in Süddeutschland), der September aber (besonders im Norden) wieder zu kalt. Fasst man nur die 3 eigentlichen Sommermonate — Juni, Juli, August — zusammen, so wird auf sämmtlichen Stationen das Plus des Juli und August, wo sich ein solches zeigt, wieder mehr als erdrückt durch das so bedeutende Minus des Juni und der Sommer 1871 muss wenigstens für Mitteleuropa zu den kältesten dieses Jahrhunderts gerechnet werden. St. Louis (Missouri) hatte (Zeitschr. der öst. G. f. Met. l. c.)

	5	6	7	8	9
1871:	+1,4	+1,6	+0,3	+2,1	+1,0

also gerade 1871 sehr warm.

Uebersicht der heissen Sommer von 1705—1874, nach Fleckenperioden geordnet.

Im Folgenden wende ich mich zu einer Durchmusterung derjenigen Sommer, welche durch eine ungewöhnlich hohe und anhaltende Wärme auffallend sind. Jedoch sollen auch hier nur die für eine Vergleichung mit der Fleckenperiode wichtigsten Hauptpunkte hervorgehoben werden. Es wird sich zeigen, dass bei weitem die grössere Anzahl der heissen Sommer auf die Jahre nach dem Fleckenminimum (Gruppe *B*) gefallen ist. Diese Thatsache tritt so hervor, dass schon vor längerer Zeit einzelne Forscher auf dieselbe aufmerksam wurden. So wurde 1854 Karl Fritsch zu seiner Unter-

1) Heft XXV, p. 55 ff.

suchung (s. p. 24) gerade durch die in 11—12jährigen Intervallen wiederkehrenden hohen Sommer- und Jahrestemperaturen veranlasst.

1. Gruppe des Minimums von 1712. — Vor dieser Gruppe kann noch der sehr heisse Sommer des Jahres 1705 Erwähnung finden, welcher die Gruppe des Minimums von 1698 abschloss. Da die Unsicherheit der Angaben für die Fleckenepochen jener Zeit nach Wolf ein Jahr beträgt, so scheint kein Bedenken obzuwalten, jenen Sommer dieser Minimalgruppe noch zuzuzählen. —

In unserer Gruppe selbst war gleich der Sommer 1712 ein sehr heisser. Thermometrische Angaben fehlen leider noch, man kann aber aus den Angaben Arago's auf eine Verbreitung der Hitze mindestens von Frankreich bis Ungarn schliessen. Die nächsten bemerkenswerthen Sommer waren die von 1718 und 1719, welche indessen unserer Annahme einigermassen widersprechen, denn sie fallen schon in die Gruppe des nächsten Maximums.

2. Gruppe des Minimums von 1723. — Ueber die Sommer dieser Minimalgruppe lässt sich nichts sicheres angeben, da die Berliner Beobachtungen, die einzigen aus jener Zeit, von 1722 bis mit 1728 aussetzen. Arago führt 1724, 1726, 1727 als heisse Sommer an.

3. Gruppe des Minimums von 1734. — Diesem Minimum folgten die heissen Sommer 1736, 1737, 1738. Die Sommer 1736 und 1737 ragen indessen nicht besonders über das Mittel hervor; auch 1738 war nicht als ein heisser Sommer von allgemeiner Verbreitung zu bezeichnen.

Es ist auch nicht zu vergessen, dass dieses Jahrzehnt dem Maximum der grossen Periode sehr nahe liegt. In die Jahre 1726—1740 fallen die zahlreichen von Mairan beobachteten Nordlichter, deren Abbildungen man noch jetzt häufig in Lehrbüchern etc. begegnen kann.

4. Gruppe des Minimums von 1745. — Die Erscheinung zeigt sich hier wieder klarer. Die Hitze des Sommers 1748 war für ganz Europa eine aussergewöhnliche. In Berlin hat der Juni 1,50^0, der August 2,00^0 Abweichung, nur der Juli zeigt eine geringe negative Differenz. Arago bezeichnet den Sommer 1753 (der also der nächstfolgenden Maximalgruppe angehören würde) als einen der wärmsten des Jahrhunderts. Dies scheint aber nur von dem grösseren Theile

Frankreichs zu gelten, denn schon in Zwanenburg, also nicht gar weit von Nordfrankreich, finden wir

5	6	7	8	9
—0,37	1,49	—0,42	—1,25	0,37,

also nur Juni und September warm, Mai, Juli und August aber entschieden kalt. In Berlin fehlt dieser Jahrgang leider. Die Stationen Åbo und Upsala haben ebenfalls erhebliche negative Abweichungen.

5. Gruppe des Minimums von 1755. — Von 1756—1759 zeigen alle Sommer einen mehr oder minder beträchtlichen Wärmeüberschuss, am meisten ragen 1756 und 1759 hervor. Die Abweichungen dieser zwei Sommer waren

Tab. 56.

		5	6	7	8	9
in Berlin:	1756	1,76	5,04	3,50	0,75	2,82
	1759	— 0,52	2,96	3,09	1,94	0,25
in Petersburg:	1756	— 0,36	1,96	1,82	— 2,65	0,42
	1757	1,89	4,84	5,82	2,37	2,55
	1759	— 2,74	1,46	0,45	3,10	— 0,07

6. Gruppe des Minimums von 1766. — In dieser Gruppe findet sich nur ein auffallend warmer Sommer, der von 1766; 1768 war ebenfalls warm, aber doch in minderem Grade.

Tab. 57.

	5	6	7	8	9
Berlin hatte 1766	2,75	2,25	1,20	0,87	1,72
1768	0,44	1,80	2,00	1,09	— 0,47

1766 waren die anhaltend positiven Abweichungen über einen grossen Theil des Ostcontinentes gleichmässig verbreitet.

7. Gruppe des Minimums von 1775. — Diese Gruppe, die letzte regelmässig verlaufende vor dem Eintritte der grossen Störung, enthält den berühmten Sommer von 1778, welcher nach allen Berichten den wärmsten des Jahrhunderts beizuzählen ist[1]. Doch waren auch die Sommer der drei vorhergegangenen Jahre viel mehr warm als kalt zu nennen. Berlin zeigt 1775—1778:

1) Vergl. die interessante Schilderung Messier's bei Arago Bd. VIII, p. 385.

Tab. 58.

	5	6	7	8	9
1775	— 0,34	4,07	2,72	2,77	2,95
1776	— 2,07	1,49	1,89	1,16	0,60
1777	1,17	0,05	— 0,37	0,75	— 1,69
1778	1,40	0,37	1,65	1,59	— 0,39
Zwanenburg: 1775	— 0,16	2,74	0,97	1,10	2,30
1776	— 1,06	1,39	1,95	0,59	— 0,01
1777	0,19	— 0,24	— 0,09	1,10	0,75
1778	0,89	0,54	1,79	0,67	— 1,97

Nordeuropa bildet wieder einen Gegensatz, Uleåborg z. B. hat im August —2,59.

8. Die Periode der Umkehrung. — Gleich nach dem Maximum von 1779 haben wir noch mehrere sehr warme Sommer (besonders 1783), welche dann aber auf längere Zeit ausbleiben. Uebrigens war auch der Sommer von 1783 mit denen der Jahre 1778, 1822 und andern nicht zu vergleichen. Dann folgten auf das Minimum von 1784 eine Reihe von kälteren Sommern, welche erst am Ende des Jahrzehnts durch wärmere unterbrochen wurde. Das letzte Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts zeichnete sich dann, wie schon mehrfach hervorgehoben wurde, durch eine recht hohe Allgemeintemperatur der Jahre aus.

Gerade die heissen Sommer sind während der Umkehrungsperiode regellos verstreut und sie lassen sich auch, da die meisten Sommer jener Jahre eher warm als kalt waren, schwieriger aussondern. Ich beschränke mich deshalb auf die Erwähnung des Sommers 1793, dessen hohe und anhaltende Wärme durch die Berichte aus sehr vielen Theilen Europas bestätigt wird, sowie des Sommers von 1807, der durch bedeutende (aber doch nicht lange anhaltende) Wärme zu einigen Erörterungen der Fleckenfrage Veranlassung gab (s. die oben p. 20 f. mitgetheilten Aeusserungen von Flauguergues). Sodann haben wir den berühmten Sommer von 1811. Die eigentlichen Sommermonate jenes Jahres bieten übrigens keineswegs auffallendere Abweichungen von den Normalwerthen dar, als wir sie 1822, 1834, 1846, 1859 und noch in neuester Zeit 1868 finden, dagegen war der ungewöhnlich warme Frühling und Herbst, verbunden mit der immerhin hohen und anhaltenden Sommerwärme

allerdings auffallend. Während 1811 (auf das Minimum von 1810 folgend) der Umkehrung eigentlich widerspricht, tritt diese in den Sommern 1818 und 1819, welche auf das Maximum 1816 folgten, noch einmal deutlich auf. Diese Sommer milderten die durch die kalten Jahre 1812—1817 in vielen Theilen Europas entstandene Noth und haben sich dadurch eine Volksthümlichkeit erworben, welche durch den Betrag der positiven Abweichungen und die Andauer derselben nicht ganz gerechtfertigt wird. Alle diese Sommer eingehend zu discutiren, ist an dieser Stelle natürlich nicht wohl möglich und würde auch für die Frage, um welche es sich hier handelt, ohne sonderliche Bedeutung sein. Dagegen verdienen die heissen Sommer von 1822 bis 1868 wegen ihres genauen Zusammenfallens mit Fleckenminimis wieder eine etwas ausführlichere Betrachtung.

9. Gruppe des Minimums von 1823 — Es tritt hier wieder der Fall ein, dass das Wärmemaximum auch für die gemässigte Zone dem Fleckenminimum vorangeht. Der Sommer von 1822, welcher auf einen ausserordentlich warmen Winter folgte, war einer der wärmsten in unserem Jahrhundert; so ziemlich gleich steht ihm 1826, während 1824, 1825 und 1827 ebenfalls den Normalwerth überstiegen. 1822 fiel eine besonders hohe Wärme auf den Juni. Wir finden da: Peissenberg 5,27, Bayreuth 5,24, Düsseldorf 5,37, Brescia 5,14, Nizza 5,22, Bologna 5,80, Châlons 5,89. In Nordamerika ist dieser Sommer normal gewesen.

Die Erwärmung in den Sommern 1824, 1825, 1827 war anhaltend, aber mässig; hervorragender erscheint 1826. Abweichungen:

Tab. 59.

	5	6	7	8	9
Berlin	—0,21	1,65	4,01	4,02	0,89
Kopenhagen . . .	5,37	7,39	9,70	8,29	—
(absolute Werthe	16,60	22,95	26,96	25,16	—)
Torneå	3,31	1,95	2,85	2,12	—0,87
Zwanenburg . . .	—0,74	1,90	2,65	2,51	0,37
Dagegen:					
Reykiavik	1,97	—1,37	—0,94	—0,22	1,55
Salem	3,71	0,05	1,95	—0,16	0,97
Albany	4,04	1,34	0,90	1,36	1,96

Die Abweichungen von Kopenhagen erscheinen fast unglaublich, doch wird in allen Berichten von der ungeheueren, in jenem Sommer in Dänemark und Schweden herrschenden Hitze erzählt.

10. Gruppe des Minimums von 1833. — Die milden Winter 1834 und 1835, welche dieser Gruppe angehören, wurden bereits besprochen (p. 64). Ihnen schliesst sich der bekannte Sommer 1834 an. Da auch der Sommer 1835 in den meisten Gegenden Europas entschieden zu warm war, haben wir von Herbst 1833 bis dahin 1835 eine ununterbrochene Wärmeperiode von ganz bedeutender Intensität. Einige der bedeutendsten Abweichungen des Sommers 1834 waren: Sülz in Mecklenburg (7) 5,19, Krakau (7) 6,10, Bern (7) 4,84. In Amerika war dieser Sommer kalt, jedoch erreichen diesmal ebensowenig als in den früheren Fällen die negativen Abweichungen Amerikas die Höhe der positiven Europas. Reykiavik hat im Juni —2,49, Albany —1,44. Island nimmt fast stets an den Temperaturverhältnissen Amerikas Theil, Uebereinstimmungen mit Europa kommen nur in sehr seltenen Fällen vor. Auch 1835 hat einige für Europa sehr warme Monate aufzuweisen. In Amerika blieb auch dieser Sommer hinter dem Mittelwerth (jedoch nicht bedeutend) zurück.

11. Gruppe des Minimums von 1844. — Auch in dieser Gruppe finden wir eine dem Minimum vorausgehende Wärmeperiode im Sommer 1842, doch war die Erhöhung nur im August allgemein verbreitet. Die eigentliche Wärmeperiode dieser Gruppe umfasst aber den Zeitraum vom Sommer 1845 bis zum Herbst 1846 und erreichte im Sommer 1846 ihren Höhepunkt. Es hatten in diesem Jahre:

Tab. 60.

	5	6	7	8	9	10
Berlin	—1,61	0,95	1,32	2,85	0,51	2,75
Wien	0,55	1,16	2,57	1,03	0,54	3,00
London	1,15	4,00	1,74	1,36	2,07	0,50
Dublin	0,92	3,20	0,60	0,77	1,52	0,50
Albany	1,85	0,05	0,45	1,21	3,80	0,27

Amerika stimmt mit Europa überein, doch sind die positiven Abweichungen hier nicht so erheblich.

12. Gruppe des Minimums von 1856. — Hauptsächlich sind hier die Sommer 1857, 1858, 1859 zu erwähnen. Bei dem grossen Interesse, welches diese 3 aufeinanderfolgenden heissen Sommer damals überall erregt haben, mögen hier folgende Abweichungszahlen (nach Dove N. P. A. VII in Celsiusgrade übertragen) eine Stelle finden:

Tab. 61.

a = 1857, *b* = 1858, *c* = 1859.

	Mai.			Juni.			Juli.		
	a	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*
Berlin	−0,12	−1,52	0,39	0,94	3,12	1,41	0,95	0,01	2,76
Wien	−1,35	−2,06	−0,59	−0,67	1,80	−0,27	1,36	−0,75	3,06
Paris	0,14	−2,32	0,24	−0,17	2,97	1,02	0,16	−2,31	4,24
London	0,81	−0,46	0,31	2,05	3,77	1,82	1,71	−0,40	3,71
Toronto	−1,44	−1,44	2,06	−2,44	2,67	−1,72	0,46	0,51	−0,04
Milwaukee	−2,65	−2,35	0,59	−1,81	1,65	−2,17	−0,76	0,37	0,74
Savannah	−2,04	0,54	−1,39	0,10	0,55	−0,60	−2,55	−0,05	−0,90

Tab. 61 (Fortsetzung).

	August.			September.			October.		
	a	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*
Berlin	3,12	1,00	2,89	1,94	2,14	−0,06	2,95	1,01	0,67
Wien	1,07	−1,59	1,54	0,51	1,54	−0,96	3,01	1,30	1,24
Paris	−1,59	0,82	2,10	0,57	1,07	0,22	−0,32	−0,80	1,67
London	2,59	0,70	1,54	1,85	2,19	0,19	1,84	0,67	0,72
Toronto	−0,45	0,84	0,27	0,34	0,61	−1,61	−0,14	1,70	−1,52
Milwaukee	−0,35	0,41	1,50	−0,39	−0,01	−1,35	−1,02	0,36	−0,27
Savannah	−1,06	−0,21	−1,96	−0,07	−2,14	−0,16	−2,26	1,54	−1,22

Diese Zahlen lassen die hohe Erwärmung Europas in diesen 3 Sommern deutlich erkennen, während gleichzeitig Amerika etwas zu kalt war.

13. Gruppe des Minimums von 1867. — Zwei Sommer sind es, welche hier vorzugsweise zu beachten sind, 1865 und 1868.

1865 war kein Sommer ersten Ranges, den 3 überall zu warmen Monaten Mai, Juli, September stehen zwei zu kalte — Juni und August — gegenüber. Doch trat im Juli eine ganz ausserordentliche Hitze auf, welche am 20. Juli ihren Gipfelpunkt erreichte. Abweichungen:

Tab. 62.

	5	6	7	8	9
Berlin	4,25	— 2,29	3,20	— 0,30	1,75
Wien	2,49	— 2,60	1,95	— 1,09	0,11
London	2,02	1,21	1,04	— 0,47	3,91

Amerika war im Juli und August kalt, sonst warm. Ueber den Sommer von 1868 hat Dove am Schlusse des 7. (zusammenfassenden) Bandes seiner »Nichtperiodischen Aenderungen« eine ausführliche Tafel gegeben, welcher ich einige Zahlenangaben entnehmen will.

Tab. 63.

	5	6	7	8	9
Berlin	4,12	1,89	2,21	3,32	2,02
Wien	2,77	1,32	0,11	0,55	2,36
Paris	3,54	1,12	2,29	0,10	1,92
London	2,69	2,21	3,37	1,57	2,30

Auch in Amerika war die Wärme im Juli eine ausserordentlich hohe; Dove giebt in einer besonderen Tafel die beobachteten Maxima, indessen standen Juni, August und September unter dem Mittel und nur der Juli (allerdings bedeutend) darüber.

Tab. 64.
Allgemeine Uebersicht.

Sonnen-flecken-Max.	Kalter Winter.	Kalter Sommer.	Sonnen-flecken-Min.	Warmer Winter.	Heisser Sommer.
1705	**1709**	1708, 1709, 1710			
1717	**1716** (??)	?	1723	1723 ?	?
1728	**1729**	1731, 1732	1734	1734, 1737	1736, 1737, 1738
1738	**1740**	**1740**, 1742	1745	1749, 1750	**1748**
1750	?	1751, 1754 (?)	1755	1756, 1759, 1761	**1756**, 1759
1761	1763	1763	1766	1769	1766
1770	1771	1769, 1770, 1771	1775	1779	1775, **1778**
(Die Umkehrungsperiode s. Tab. 65.)			1823	**1822**	**1822**, **1826**
1829	**1830**	1829, **1830**	1833	**1834**, **1835**	**1834**
1837	1838, 1840	**1837**, 1838, **1841**	1844	1846	1845, **1846**
1848	1848, **1850**	1849	1856	1859	**1857**, 1858, **1859**
1860	1861, 1864, 1865	1860, 1862, **1864**	1867	**1866**, **1869**	1865, **1868**
1870	**1871**, **1875** (?)	1870, **1871**, 1872	(1876)		

Tab. 65.
Die Periode der Umkehrung.

Sonnen-flecken-Min.	Kalter Winter.	Kalter Sommer.	Sonnen-flecken-Max.	Warmer Winter.	Heisser Sommer.
1784	1784, 1785, (**1789**) ? isolirt 1795.	1785, 1786, 1787	1779	1779	1780, 1781, **1783**
1798	1799, 1800, 1802, 1803	1799 (ausserdem noch einige geringere)	1788	1790, 1791	**1793** (oder isolirt?)
1810	1809, **1810**, 1813	1812, 1813, 1814, 1815	1804	1806	1807, 1808
	daneben aber der heisse Sommer von 1811.		1816*)	1819	1818, 1819

*) daneben aber die kalten Jahre 1816 und 1817.

Fettgedruckte Jahreszahlen bezeichnen besonders hervorragende Winter oder Sommer.

Die in den Tabellen 64 und 65 angeführten Sommer und Winter beziehen sich nur auf Europa. Ich glaube aber, dass aus den ganzen Erörterungen über die Temperaturverhältnisse einzelner Jahreszeiten so viel hervorgeht, dass der Temperaturgegensatz zwischen Europa und Amerika weder ein so beständiger, noch ein so scharfer ist, als vielfach angenommen wird. Vergleicht man in Köppen's Tabelle *A* die beiden Columnen: »Atlantische Vereinigte Staaten« und »Innere Vereinigte Staaten« mit den danebenstehenden »Grossbritannien« und »Norddeutschland und Niederlande«, welche zu einem derartigen Vergleich wohl am passendsten erscheinen, so ergiebt

sich, dass in folgenden Jahren die Abweichungen der beiden europäischen und der beiden amerikanischen Spalten nach Vereinigung zu je einer Zahl in gleichem Sinne lauteten:

1820, 1822, 1823, 1824, 1825, 1826, 1827, 1828, 1829, 1832, 1833, 1834, 1836, 1837, 1838, 1840, 1843, 1846, 1847, 1848, 1849, 1850, 1851, 1852, 1854, 1859, 1861, 1862, 1865, 1867. Zusammen 30 Jahre.

Ein Gegensatz fand statt:

1821, 1830, 1831, 1835, 1839, 1841, 1842, 1844, 1845, 1853, 1855, 1856, 1857, 1858, 1860, 1863, 1864, 1866; also in 18 Fällen.

Es überwogen somit entschieden die Uebereinstimmungen der Temperatur in Europa und Amerika, oder genauer gesprochen, in den dem Ocean zunächstliegenden Partien beider Erdtheile; da Russland und ganz besonders Nordwestamerika bisweilen nicht mit dem Reste des betreffenden Erdtheils übereinstimmen. Wir haben aber gesehen, dass auch bei Betrachtung der einzelnen Jahreszeiten sich viele Fälle ergaben, in welchen sich Amerika streng den Abweichungen Europas anschloss. In manchen Wintern und Sommern (z. B. noch 1868) wechselt das Verhältniss mehrmals, so dass ein Monat Gegensatz, der zweite gänzliche Uebereinstimmung zeigt, während im dritten vielleicht wieder ein Gegensatz eintritt. Dazu kommt noch die Thatsache — auf welche schon bei verschiedenen Gelegenheiten hingewiesen wurde — dass die Abweichungen Amerikas nur in höchst seltenen Fällen im Stande sind, entgegengesetzte Abweichungen des Ostcontinents zu compensiren. Dieser Satz ist durch die vergleichenden Untersuchungen von Dr. Köppen gegenwärtig sicher festgestellt. Beispiele für denselben bieten (ausser den Köppen'schen Tafeln selbst) der 7. Band der »Nichtperiodischen Aenderungen« Dove's und auch die oben mitgetheilten chronologischen Durchmusterungen der einzelnen Fleckenperioden der beiden letzten Jahrhunderte. Es ist übrigens wohl zu beachten, dass Dove nicht ausdrücklich verlangt hat, die Compensation der verschiedenen warmen und kalten Ströme müsse stets eine vollständige sein. Sobald man dies festhält, schwindet der Gegensatz, welcher anfänglich zwischen den Forschungsresultaten Dove's und Köppen's zu bestehen schien, vollständig. Dove hatte den Satz aufgestellt: »Jedes

Temperaturextrem erhält sein Gegengewicht durch entgegengesetzte Abweichungen in anderen Erdstrichen, es sind gleichzeitig mehrere solcher Gegensätze vorhanden.« Diesem Satze fügte Köppen nur den Zusatz bei: »In den ektropischen Zonen überwiegen in den auf ein Fleckenmaximum zunächstfolgenden Jahren die Gebiete mit negativen Abweichungen über die mit positiven, sowohl was Ausdehnung der Gebiete, als die Grösse der Abweichungen betrifft. In den Jahren nach einem Fleckenminimum überwiegen umgekehrt die positiven Abweichungen.«

Es werden auf diese Weise die grossartigen und denkwürdigen Forschungsresultate Dove's durchaus nicht erschüttert, sondern erweitert und vervollständigt.

Es soll indessen keineswegs geläugnet werden, dass noch immer manche Schwierigkeiten ungelöst sind, manche Frage unbeantwortet bleibt. Dove hat festgestellt, dass in solchen Fällen, wo Ost- und Westcontinent gleiche Abweichungen zeigen, der Gegensatz in der arctischen Zone zu suchen ist. Nun sind wir über die Temperaturverhältnisse der Polarzonen noch sehr im Unklaren, so Vieles auch durch die zahlreichen Expeditionen der Neuzeit erreicht ist. Beobachtungsreihen (wenigstens längere) mangeln aus einzelnen Strecken der Polarzone noch ganz und z. B. für die Inselwelt im Norden von Nordamerika sind bis jetzt nur einzelne kurze Reihen bekannt geworden, welche meist zur Zeit der Expeditionen zur Aufsuchung Franklin's gesammelt wurden.

Es ist zu hoffen, dass die jetzt geplante Einrichtung von permanenten Beobachtungsstationen in verschiedenen Theilen der arctischen Zone unser Wissen auch in dieser Beziehung wesentlich erweitern und uns in den Stand setzen werde, über das Verhalten der Polarzone zu den grossen Temperaturgegensätzen in der gemässigten Zone eine richtigere Anschauung zu gewinnen, als wir sie in der Gegenwart zu erreichen vermögen. — Nicht viel besser steht es mit der südlichen Halbkugel. Auch hier finden sich weite Strecken, aus welchen nur höchst spärliche Beobachtungsresultate vorliegen. Ich erwähne nur die Westküste Südamerikas, Südafrika (abgesehen von der Capstadt) und vor Allem die Inseln des grossen Oceans und des antarctischen Gürtels. Es ist das um so mehr zu bedauern, als verschiedene Forscher darauf hingewiesen haben (z. B.

Stone p. 26) dass die Südhemisphäre wegen ihrer einfacheren Gliederung und vorherrschenden Wasserbedeckung auch die meteorologischen Phänomene in besonders einfacher und leicht übersehbarer Gestalt darbieten müsse. —

Die befriedigende Ausfüllung der eben angedeuteten Lücken muss der Zukunft überlassen bleiben. Indessen lässt sich auch schon aus der Gesammtsumme der gegenwärtig vorhandenen Untersuchungen sowohl der Satz mit Sicherheit ableiten:

»Es **besteht** in der That eine nachweisbare Beziehung (sei sie direct oder indirect) zwischen dem wechselnden Fleckenstande der Sonne und den Temperaturverhältnissen der Erde«, als auch der andere: »Geringere Thätigkeit auf der Sonne, welche sich für uns in der geringeren Menge der Sonnenflecken (und dem sparsameren Vorkommen der Polarlichter) äussert, bedingt höhere Wärme auf der Erdoberfläche, und umgekehrt folgen auf Zeiten grosser Thätigkeit und reicher Fleckenbildung auf der Sonne Perioden niedrigerer Temperatur auf der Erde.« Ob dieser Zusammenhang ein directer oder indirecter ist, muss vorläufig noch unentschieden gelassen werden.

In diesen Untersuchungen ist vielfach von der grossen Umkehrung oder Störung der Fleckencurve die Rede gewesen, welche am Schlusse des vorigen und am Anfange des laufenden Jahrhunderts eingetreten ist und sich auch in dem Verlaufe der Köppen'schen Temperaturcurven wiederspiegelt. Es wird nöthig sein, über diese Störung[1]) noch einiges hinzuzufügen.

Der normale Gang der Fleckencurve, welcher bis 1770 nicht gestört wird, hätte sich von diesem Jahre an folgendermassen gestalten müssen[2]):

a. {Maxima: 1770, 1781, 1792, 1803, 1814, 1825, 1836 . . .
{Minima: 1777, 1788, 1799, 1810, 1821 . . .

oder wenn man die kurze Periode 1770—1779 noch als regelmässig ansieht:

---

1) Deren Kenntniss wir ebenfalls den Bemühungen des Prof. Wolf in Zürich verdanken.

2) Die Länge jeder Periode zu 11 Jahren angenommen, in Wirklichkeit finden wir ja Abweichungen bis zu 3 Jahren.

b. {Maxima: 1779, 1790, 1801, 1812, 1822, 1833 . . .
{Minima: 1775, 1786, 1797, 1808, 1819, 1830 . . .

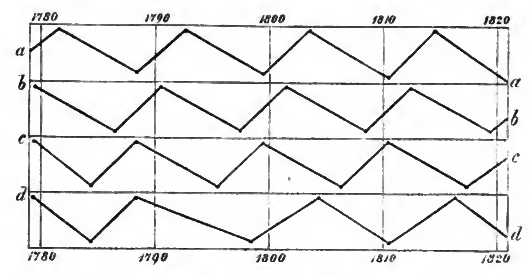
oder endlich, wenn man die Umkehrung erst mit 1788 beginnen lässt, wofür namentlich der Grund spricht, dass von 1788 an die ganz enorm lange Periode 1788—1804 beginnt und gleichzeitig Zahl und Intensität der Polarlichter auf der Erde von diesem Zeitpunkt an auf einen sehr tiefen Stand herabsinkt, um sich erst nach beinahe 40 Jahren wieder zu grösserer Höhe zu erheben (1829), folgendermassen:

c. {Maxima: 1788, 1799, 1810, 1821, 1832 . . .
{Minima: 1784, 1795, 1806, 1817, 1828 . . .

Der wirkliche Verlauf war aber folgender:

d. {Maxima: 1779, 1788, 1804, 1816, 1829 . . .
{Minima: 1784, 1798, 1810, 1823, 1833 . . .

Folgende Figur wird die Sache anschaulicher machen:



a = Verlauf der Curve nach Annahme *a*.
b = Verlauf der Curve nach Annahme *b*.
c = Verlauf der Curve nach Annahme *c*.
d = wirklicher Verlauf der Curve von 1779—1820.

Es liegt nun die Annahme sehr nahe, dass diese Umkehrung oder Störung (wie man sie vielleicht noch passender nennen kann) nicht ein einmal vorgekommenes, sondern ein periodisch wiederkehrendes Phänomen ist. Durchmustert man die einzelnen Fleckenperioden Wolf's, so trifft man in der Mitte des 17. Jahrhunderts auf eine ganz ähnliche Erscheinung [1].

1) Welche gleichfalls von Wolf erwähnt wird.

Tab. 66.

Es sollten Maxima fallen auf:	1660, 1671, 1682, 1693.
Sie traten aber ein:	1660, 1675, 1683, 1693.

Die Minima zeigen nur eine geringe Störung. Ist somit hier die ganze Erscheinung allerdings viel weniger deutlich ausgeprägt als ein Jahrhundert später, so ist doch nicht ausser Acht zu lassen, dass hier die Unsicherheit der Angaben 2 Jahre beträgt. Bei reichlicher vorhandenem Material würde sich das eine oder andere Epochenjahr vielleicht noch ändern. Ob irdische Erscheinungen eine ähnliche Umkehrung in jener Zeit gezeigt haben, lässt sich natürlich nicht wohl ermitteln, nur darauf möchte ich hinweisen, dass auch die Polarlichter, ebenso wie in der folgenden Störungsperiode, während des grösseren Theiles des 17. Jahrhunderts (etwa von 1630 an) sehr sparsam und schwach auftraten. Professor Fritz in Zürich weist auf dieses tiefe Minimum der Polarlichter in jener Zeit mehrfach als auf eine sehr bemerkenswerthe Erscheinung hin[1]. Auch die Fleckenthätigkeit selbst ist während der Störungsperiode gewissermassen lahmgelegt. Die Maxima 1804 und 1816 waren sehr unbedeutend (R. Z. 1804: 75,0; 1816: 45,5; dagegen z. B. 1870: 139,1), das Minimum von 1810 ein ganz ausserordentlich tiefgehendes (R. Z. 1809: 3,4; 1810: *0,0*; 1811: 1,2; dagegen z. B. 1842: 24,2; 1843: *10,6*; 1844: 15,0). Ueber die Ursache dieser Störungen ist bisher absolut noch nichts Sicheres festgestellt worden; es sind zwar verschiedene Vermuthungen aufgetaucht, keine derselben hat aber eine allgemeine Anerkennung finden können. Nur soviel ist sicher, dass die fleckenbildende Thätigkeit der Sonne von Zeit zu Zeit Hemmungen erleidet, welche die Wendepunkte verzögern, die Maxima nur schwach zum Ausdruck gelangen lassen, in den Minimis dagegen die Fleckenmenge bis auf Null herabdrücken können. —

Ausser der elfjährigen Periode lässt sich in der wechselnden Frequenz der Sonnenflecken und Polarlichter auch noch eine (vielleicht zwei) grössere Periode erkennen. Ihre Dauer wird von Fritz

1) Zeitschrift der österr. Ges. für Met. Bd. X (1875), No. 20.

und Wolf zu 55, von Klein zu 67, von Hornstein zu 70 Jahren angesetzt. In den nachfolgenden Betrachtungen ist immer der Wolf-Fritz'sche Werth angenommen worden. Stellt man die Relativzahlen der Sonnenflecken für sämmtliche Maximaljahre in einer Reihe zusammen, ergiebt sich sofort das Vorhandensein einer grösseren Periode:

Tab. 67.

Maxima.	Relativzahl.
1705	48,6
1717	52,3
1727	90,0
1738	85,0
1750	68,2
1761	75,0
1769	108,3
1779	99,2
1789	110,7
1804	75,0
1816	45,5
1829	59,1
1837	138,2
1848	124,3
1860	95,7
1870	139,1

Man sieht aus diesen Zahlen, dass sich die Maxima 1727 und 1738; 1769, 1779, 1789; 1837 und 1848; endlich 1870 bedeutend über das Niveau der übrigen erhoben haben. Wenn wir es zunächst dahin gestellt sein lassen, ob die hohe Zahl für 1870 schon den Beginn eines neuen Maximums bezeichnet oder nur durch sorgfältigere und umfassendere Beobachtungen als früher zu erklären ist, erhalten wir 3 Maxima für die Jahre 1727, 1789, 1837. Das erste steht vom zweiten 62 Jahre, das zweite vom dritten 48 Jahre ab. Das ergiebt im Mittel 55 Jahre Abstand eines Maximums vom nächstfolgenden. Die dazwischenliegenden tiefen Minima fallen auf 1755 und 1810, wenn man nämlich von der Zahl für 1744 absieht, welche Wolf selbst noch mit einem Fragezeichen versehen hat. Diese Maxima und Minima lassen sich mit noch grösserer Bestimmtheit in der Curve der Polarlichterhäufigkeit erkennen. In dem trefflichen »Verzeichniss beobachteter Polarlichter« (Wien 1873) von Professor Fritz finden sich am Schlusse (bes. p. 249) einige Uebersichten über die Gesammtzahl der beobachteten Polarlichter (excl. der Südlichter) in den einzelnen Jahren. In den von Fritz aufge-

stellten Zonengruppen (I = 0—46°, II = 46—55°, III = 55°— Polarkreis, IV = Amerika 0—60°, V = Hohe Breiten) lassen sich folgende Maxima der **grossen** Periode nachweisen:

Tab. 68.

	Gruppe I.	II.	III.	IV.	I bis IV zus.	Mittel.	△
A	1730	1736	1730	—	1730	1732	
B	1787	1788	1787	1786	1787	1787	55 Jahre.
C	1840	1852	1848	1852	1851	1858	61 Jahre.

Da am Ende der 50er Jahre mehrere sehr aufmerksame Beobachter in der Gruppe I ihre Thätigkeit begannen (Professor Schmidt in Athen, Pater Denza in Moncalieri), so sind die seitdem erhaltenen hohen Ziffern für diese Gruppe (im Jahre 1871 allein 27 Nordlichter) mit den früheren nicht vergleichbar. Ziemlich dasselbe gilt von den übrigen Gruppen, es haben sich seit etwa 1859 in vielen Gegenden fleissige Beobachter gefunden, welche ihre Resultate meist in der Heis'schen Wochenschrift niederlegten. Dadurch ist constatirt worden, dass das Nordlicht für Deutschland eine häufige, selbst für Italien eine nicht ganz seltene Erscheinung ist, wenn auch freilich grosse, allgemein auffallende Nordlichter in jeder Periode nur in geringer Zahl vorkommen. Es wird für die noch folgenden Erörterungen jedenfalls festzuhalten sein, dass wir zwischen 1730 und 1740, zwischen 1780 und 1790 und zwischen 1840 (richtiger 1836) und 1850 Maxima der grossen Sonnenflecken- und Polarlichterperiode anzunehmen haben.

Diese Periode ist genauer erst seit etwa 10 Jahren durch die unermüdlichen Forschungen von Wolf und Fritz untersucht worden; es haben jedoch einzelne Forscher schon viel früher die Frage aufgeworfen, ob das bald mehr bald weniger häufige Vorkommen der Polarlichter, welches auch ihnen nicht entgangen war (schon Mairan zählt eine Anzahl Perioden [reprises] des Polarlichtes auf), nicht irgend einen Einfluss auf die Witterung ausüben könne. Vorzüglich muss eine höchst interessante Aeusserung des schon mehrfach erwähnten Kieler Professor Pfaff angeführt werden [1]. Pfaff führt zunächst eine Aeusserung von Cassini an, dass seit dem Wiedererscheinen der Nordlichter im Jahre 1709 die Wärme überhaupt

1) Ueber die strengen Winter etc. Kiel 1809 Bd. I. p. 65 u. 66, Anm.

geringer gewesen sei als am Anfange des 18. und am Ende des 17. Jahrhunderts, und sagt dann . . . »auch fallen die Tage ausser»ordentlicher Hitze mit Ausnahme des einzigen Jahres 1793 sämmt»lich in die Jahre am Ende des 17. und am Anfang des 18. Jahr»hunderts, nämlich 1686, 1691, 1701, 1704, 1705. Auch verdient »es noch angemerkt zu werden, dass seit dem Verschwinden der »Nordlichter[1]) wieder mehrere sehr heisse Sommer eingetreten sind, »namentlich der von 1793, 1807 und 1808. Sollten vielleicht »die Nordlichter auf die Temperatur einer **grösseren** »Zeitperiode ihren Einfluss ausüben?« — Soweit die interessante Bemerkung Pfaff's, welcher auch sonst sich für Nordlichter und ähnliche Erscheinungen auf das Lebhafteste interessirt zu haben scheint.

In der neueren Zeit war es zunächst der französische Meteorolog Renou, welcher, allerdings ohne Heranziehung der Fleckenperiode, Untersuchungen über vieljährige Perioden der Lufttemperatur anstellte[2]). Das Resultat, zu welchem Renou gelangte, ist nicht ohne Interesse. Er glaubte zu finden, dass nach je 41 Jahren ein Centralwinter eintrete, welchem sich mehrere vorangehende und nachfolgende Kälteperioden anschlössen. Es würden sonach in der einen Hälfte eines vierzigjährigen Zeitraumes kalte, in der anderen warme Winter und Jahre überwiegen. Als einen Centralwinter führt er den von 1830 an (s. p. 53). 1830 + 41 ist = 1871; aus der früher mitgetheilten Uebersicht ergiebt sich, dass 1871 allerdings ebenfalls ein sehr kaltes Jahr gewesen ist. Nach Renou müssen dann die Winter des Zeitraums von 1860—1880 im Durchschnitt kälter sein, als die von 1840—1860. Im Ganzen stimmt dies mit der Wirklichkeit leidlich überein. Verfolgt man aber Renou's 41jährige Periode weiter zurück, ergeben sich als Centralwinter 1789, 1748, 1707; von welchen nur der erstere gut (s. p. 52), die beiden anderen aber gar nicht stimmen.

Weit mehr zu beachten ist die 45jährige Periode einer Wiederkehr anhaltender und strenger Kälte, zu welcher Dr. W. Köppen

1) Bei Gelegenheit des tiefen Minimums in der grossen Störungsperiode um das Jahr 1800.

2) Heis, Wochenschrift 1861, No. 21.

durch seine Untersuchungen geführt wurde [1]. Seine Epochenjahre waren: 1830, 1785, 1740 etc. (s. Tab. 64 u. 65). Diese 3 Jahre waren in der That wohl die kältesten der beiden letzten Jahrhunderte (s. die chronol. Durchmusterung der einzelnen Perioden). Alle 3 hatten nicht nur kalte Winter, sondern auch ganz ungewöhnlich kalte Sommer. Köppen sagt weiter (im Jahre *1873*): »Wenn diese Annahme richtig ist, haben wir 1875 ein sehr kaltes Jahr zu erwarten«. Das ist in der That vollkommen eingetroffen. Sieht man die meteorologische Uebersicht des Jahres 1875 zunächst für Deutschland durch [2], so findet man für das Mittel des ganzen Jahres von Königsberg bis Köln eine zu geringe Wärme, nur Trier hat 0,10° Cels. Ueberschuss. Von den einzelnen Jahreszeiten war nur der Sommer etwas zu warm, Winter, Frühling und Herbst dagegen ganz beträchtlich zu kalt. Auch im December 1875, welcher meteorologisch dem Winter 1876 angehört, trat eine theilweise enorm hohe Kälte ein, welche sich am 10. in Claussen (Reg. Bez. Gumbinnen) bis auf —32,6° C. erhob. Die Abweichungen der beiden ersten Decemberpentaden waren nach der angeführten Quelle:

Tab. 69.

1875, December	2—6.	7—11.
Königsberg	—10,45° C.	— 6,65° C.
Bromberg	— 9,24	— 8,76
Breslau	— 7,70	—11,70
Berlin	— 7,42	— 6,71
Hannover	— 7,60	— 4,61
Emden	— 5,14	— 3,00
Münster	— 7,92	— 5,85
Cöln	— 7,75	— 6,06
Trier	— 6,90	— 7,30

Diese ungewöhnliche Kälte war aber keineswegs auf Deutschland beschränkt. Aus allen Theilen Europas gingen Berichte über heftigen, langandauernden Frost ein und zwar sowohl im Winter 1874/75, als 1875/76. Auch in Amerika war dieses Jahr, wie Herr Dr. Köppen so freundlich war, mir mitzutheilen, nach allen Nach-

1) Siehe die schon mehrfach citirte Abhandlung, am Schlusse.
2) Deutscher Reichsanzeiger 1876, No. 16.

richten ein sehr kaltes. Ferner berichtet eine Correspondenz aus New-York in der Zeitschr. der öst. Ges. f. Met. über die nach den kalten Monaten Januar, Februar, März (1875) noch im April fortdauernde Kälte und aus Los Angeles in Californien (+34° der Breite) wird in derselben Zeitschrift ein Frost am 6. April, aus Mittelcalifornien Schneefall am 5. April gemeldet. Auch in Südamerika war nach Herrn Dr. Köppen's Mittheilung 1875 ein kaltes Jahr. Zählt man nun von 1875 stets 45 Jahre rückwärts und vergleicht die vorhandenen Notizen über aussergewöhnliche Kälte, so ergiebt sich folgende Zusammenstellung:

Tab. 70.

Epochenjahr der 45jährigen Periode.	Kaltes Jahr, welches genau oder nahezu damit übereinstimmt.
1875	**1875**
1830	**1830**
1785	**1785**
1740	**1740**
1695	**1695**
1650	1656??
1605	1608
1560	(1565)
1515	**1514**
1470	**1469**
1425	(1422)
1380	?
1335	**1334**
1290	?
1245	?
1200	1205?
1155	(1149)
1110	1110 (??)
1065	1068?
1020	**1020**
975	**975**
930	**928**
885	**887**
840	843

Die Zahlen sind meist dem speciellen Verzeichnisse Arago's entlehnt.

Man sieht hier, dass allerdings die 45jährige Periode (welche übrigens Dr. Köppen geneigt ist, noch in zwei kleinere von 18 und 27 Jahren zu zerlegen) selbst in entlegenen Jahrhunderten sich noch verfolgen lässt. Wenn wir die Länge der Periode selbst wieder als nicht ganz gleichbleibend annehmen, wie wir dies nach Analogie der Fleckenperioden wohl thun dürfen, erklären sich auch zum Theil

die Verspätungen, welche sich in früheren Jahrhunderten zeigen. Jedenfalls ist die Periode nicht so zu verstehen, dass nun gerade das eine Epochenjahr durch seine Kälte aus einer Reihe wärmerer hervorragen müsse, sondern die kalten Jahre treten vielmehr gruppenweise auf, und concentriren sich um ein ganz besonders durch seine Kälte ausgezeichnetes, welches übrigens, um dies gleich zu bemerken, nicht immer streng mit Fleckenmaximis zusammenfällt. Auch ist das Vorkommen wärmerer Jahre in einer Gruppe von kalten Jahren keineswegs ganz ausgeschlossen; ich erinnere nur an das Jahr 1834, welches (in Begleitung des Fleckenminimums 1833 auftretend) die lange Reihe kalter Jahre, welche auf 1830 folgten und sich bis 1841 erstreckten, unterbrach.

Was nun die Ursache dieser grösseren Periode der Lufttemperatur betrifft, so glaube ich, dass man nicht nöthig hat, eine andere heranzuziehen, als eben die 55jährige Periode der Sonnenflecken. Wenn es auch auf den ersten Blick befremdlich erscheint, zwei Erscheinungen mit einander in Beziehung zu setzen, von welchen die eine eine Periode von 45, die andere von ungefähr 55 Jahren hat, so muss sich dieses Befremden doch schon sehr verringern, wenn man bedenkt, dass eben nur von Gruppen kalter Jahre die Rede ist, welche sich um ein »Centraljahr« gruppiren. Wir fanden oben (p. 93) als ungefähre Grenzen der Jahresgruppen grösster Häufigkeit der Polarlichter und Sonnenflecken die Jahre 1727—1738, 1769—1789, 1837—1848. Stellt man hiermit die kalten Jahre 1740, 1785 und 1830 zusammen, so ergiebt sich mit Berücksichtigung der oben angeführten Thatsache eine wenigstens nicht ganz unbefriedigende Uebereinstimmung.

Eine Zeit lang fand die Hypothese eines Zusammenhanges zwischen vieljährigen Perioden der Luftwärme und den Säcularvariationen der Declination und Inclination zahlreiche und berühmte Anhänger. Kämtz, Moser, Kupffer, Fritsch, Hansteen sprachen sich wiederholt für die Zulässigkeit einer solchen Annahme aus. Da indessen die säcularen Schwankungen der Declination und Inclination offenbar Perioden von mehreren Jahrhunderten umfassen, deren Länge bisher noch immer nicht mit Sicherheit erkannt werden konnte, so kann wenigstens die 45jährige Wärmeperiode, welche Köppen entdeckt hat, nicht mit diesen Phänomenen in Verbindung

gebracht werden. Dass ausser dieser Periode noch andere, mehrere Jahrhunderte umfassende Perioden der Luftwärme vorhanden sein können, ist durchaus nicht unmöglich, ja sogar wahrscheinlich, da es Professor Fritz in neuester Zeit gelungen ist, für die Nordlichter — und entsprechend auch für die Sonnenflecken — eine **dritte** Periode aufzufinden, deren Länge er zu 222 Jahren angiebt[1]. Sie würde somit vier 55jährige oder 20 elfjährige Perioden umspannen.

Vielleicht gelingt es noch einmal, zwischen dieser dritten Periode und den magnetischen Säcularvariationen irgend eine Beziehung herzustellen. Es wird jedoch die unermüdliche Arbeit vieler Jahrzehnte noch erforderlich sein, um diese Frage wie manche andere in diesem Capitel erörterte ihrer endgültigen Lösung entgegenzuführen.

Zweiter Abschnitt.
Sonnenflecken und Luftströme.

Vor einigen Jahren machte Meldrum, der Director der Sternwarte auf der Insel Mauritius, darauf aufmerksam, dass die jährliche Anzahl der Wirbelstürme des indischen Oceans einer mehrjährigen Periode unterworfen zu sein scheine und dass diese Periode Aehnlichkeit zeige mit der elfjährigen Periode der Sonnenflecken. Diese überraschende Mittheilung erregte das allgemeinste Interesse und bald begann man, auch die Wirbelstürme anderer Meeresgebiete in Bezug auf ihre Zahl in den einzelnen Jahren zu untersuchen, wobei sich die Annahme Meldrum's immer mehr als vollkommen begründet herausstellte. Eine Zeit lang blieben die Untersuchungen noch auf die tropischen Wirbelstürme beschränkt; in den letzten zwei Jahren aber zog man auch die scheinbar so regellosen Winde der gemässigten Zone in den Kreis der Betrachtung; und es haben sich auch hierbei schon einzelne nicht ganz unwichtige Resultate auffinden lassen, wenn auch natürlich das Meiste erst noch von der Zukunft erwartet werden muss.

Es wird nun im vorliegenden Abschnitt zunächst das Wenige

1) Zeitschrift der österr. Ges. f. Met. 1875, p. 31.

zusammengestellt werden, was bis jetzt über Spuren einer Periodicität (bestimmter darf man sich darüber noch nicht aussprechen) in den Windverhältnissen der gemässigten Zone ermittelt werden konnte. Daran schliesst sich eine eingehendere Erörterung der Periodicität der tropischen Wirbelstürme in den verschiedenen Gebieten ihres Vorkommens. Hier sind allerdings die bisher ermittelten Resultate schon viel bedeutender; wenn aber auch an der Existenz einer Beziehung zwischen Wirbelstürmen und Fleckenperiode gegenwärtig nicht mehr gezweifelt werden kann, so bieten sich uns doch bei dieser Erscheinung noch so viele ungelöste Fragen und räthselhafte Abweichungen und Ausnahmen dar, dass eine genaue Erörterung dieses Gegenstandes nicht allein eine höchst interessante, sondern auch eine nothwendige Aufgabe ist. Beiläufig kann hier erwähnt werden, dass an den Passaten und Monsoons bisher irgend welche mehrjährige Periode (in Bezug auf Dauer, Stärke, auch wohl auf Ausdehnung ihres Gebietes) nicht nachgewiesen werden konnte. Es ist damit freilich nicht gesagt, dass nicht durch fortgesetzte umfassende Beobachtungen (an welchen es theilweise noch sehr fehlt) noch irgend eine Periode aufgefunden werden könne; für jetzt aber müssen Passate und Monsoons unberücksichtigt bleiben.

1. Winde der gemässigten Zone.

Es liegt auf der Hand, dass zu einer Untersuchung etwa vorhandener Perioden in der Richtung der Luftströmungen nicht jedes Gebiet gleich gut geeignet ist. Am wenigsten werden es solche Gegenden sein, wo durch vorliegende Gebirge der eine der beiden Hauptluftströme, welche in unseren Breiten mit einander abwechseln, ganz oder doch beinahe ganz abgesperrt wird. So z. B. die bayrische Hochebene (mit der noch mehrfach zu erwähnenden Station Hohenpeissenberg), welche zwar dem Polarstrom völlig offen steht, aber für den Aequatorialstrom wegen des vorliegenden Gebirgswalles nicht in gleicher Weise zugänglich ist. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse in Schlesien, welches vielleicht sein verhältnissmässig excessives Klima dem Wall der Sudeten und des Riesengebirges verdankt, da diese den Aequatorialstrom nicht in seiner vollen Macht hereindringen lassen, während die Nord-, Nordost- und Ost-

winde, durch kein vorliegendes Gebirge gehemmt, freies Spiel haben. Viel günstiger ist die Gelegenheit zur Anstellung von derartigen Beobachtungen in den flacheren Gegenden Westeuropas am atlantischen Ocean, z. B. in Holland. Es wird sich auch in der That zeigen, dass nur aus Beobachtungsreihen solcher Orte, welche auf weiten Ebenen und dem Meere nahe gelegen sind, einige Resultate erzielt werden konnten, während alle untersuchten Reihen aus dem Innern Mitteleuropas ein durchaus negatives Resultat ergaben.

Im 68. Bande von Poggendorff's Annalen findet sich eine recht interessante Beobachtungsreihe der meteorologischen Station Zwanenburg in Holland. Die Windrichtung, auf welche sich diese Reihe bezieht, wurde von Musschenbroek dreimal täglich aufgezeichnet. Die Beobachtungen umfassen den Zeitraum von 1743—1769, also 26 Jahre.

Zählt man nun in dieser Reihe diejenigen Winde zusammen, bei welchen der Aequatorialstrom das Uebergewicht hat (SO, S, SW, W), und stellt die Zahl der dem Polarstrom angehörigen daneben (O, NO, N, NW.), so erhält man für die einzelnen Jahre folgende Zahlen:

Tab. 71.

	a	*b*	
1743	650	425	a = SO+S+SW+W.
1744	653	414	b = O+NO+N+NW.
1745	659	428	
1746	639	452	(Ausserdem wird im Original noch die Anzahl der Windstillen angeführt, welche hier nicht berücksichtigt wurden.)
1747	603	488	
1748	569	525	
1749	587	502	
1750	652	440	
1751	630	452	
1752	637	456	
1753	619	473	
1754	637	456	
1755	642	451	
1756	619	475	
1757	606	486	
1758	590	491	
1759	657	413	
1760	656	433	
1761	664	407	
1762	566	501	
1763	657	435	
1764	617	485	
1765	603	486	
1766	592	501	
1767	656	437	
1768	655	446	
1769	613	455	

Aus diesen Zahlen ergiebt sich:

1) dass die Zahlen für die Frequenz des Polarstroms etwas grösseren Schwankungen unterlagen als die des Aequatorialstroms. (Differenz der Extreme resp. 118 und 98)

2) dass sich in den Frequenzzahlen des Polarstromes ein periodisches Auf- und Absteigen erkennen lässt.

Die Figur VI enthält die Zahlen der Spalte b; und zwar ausgeglichen $\left(b = \frac{a + b + c}{3}\right)$, um kleinere Zacken zu beseitigen; darunter die Sonnenfleckencurve umgekehrt gezeichnet.

Aus dieser Figur ergiebt sich das überraschende Resultat, dass zu Zeiten eines Sonnenfleckenmaximums der Polarstrom in Zwanenburg weniger häufig beobachtet wurde als bei den Fleckenminimis. Die Uebereinstimmung tritt besonders bei einer Vergleichung der ausgeglichenen Zahlen mit der umgekehrt gezeichneten Fleckencurve recht deutlich hervor.

Es fielen:

Tab. 72.

	Maxima der Fl.	Minima der Polarstromfrequenz.	△
auf:	1750	1751	+ 1
	1761	1760	— 1
			± 0

Minima der Fl.	Maxima der Polarstromfrequenz.	△
1745	1748	+ 3
1755	1757	+ 2
1766	1765	— 1
		+ 1,3

Die Wendepunkte stimmen sonach in ganz auffälliger Weise überein. Die kleine Verspätung bei den Fleckenminimis hat nichts befremdendes und ist bei anderen Erscheinungen weit stärker. — Hinzufügen will ich noch, dass eine Untersuchung dieser Zahlen nach 3- und 5jährigen) Maximal- und Minimalgruppen oder nach den im ersten Abschnitte vielfach zur Verwendung gelangten Gruppen *A* und *B* kein mittheilenswerthes Resultat lieferte, da sich wegen der grossen Verschiedenheit der Werthe in den einzelnen Jahren

noch kein genügender Mittelwerth für Maximal- und Minimalzeiten ableiten liess, der nicht so hohe Unsicherheiten aufgewiesen hätte, dass dadurch der Unterschied wieder verwischt würde.

Ich neige indessen doch zu der Ansicht, namentlich in Berücksichtigung einer anderen merkwürdigen Entdeckung, welche bald erwähnt werden soll, dass wir es hier nicht mit einem Spiel des Zufalles, sondern mit einem wirklichen Zusammenhange der beiden Erscheinungen zu thun haben, welcher freilich in seinem eigentlichen Wesen noch durchaus räthselhaft ist.

Noch eine andere Betrachtung lässt sich anstellen. Untersucht man nämlich die Differenzen zwischen den jährlichen Zahlen des Aequatorial- und des Polarstroms, so ergiebt sich (wie allerdings nach dem Vorhergehenden schon zu vermuthen war) ein ganz ähnliches Resultat. Es überwog der Aequatorialstrom den Polarstrom um folgende Werthe:

Tab. 73.

1743	225	1757	120
1744	239	1758	99
1745	231	1759	244
1746	187	1760	234
1747	115	1761	257
1748	44	1762	65
1749	85	1763	224
1750	212	1764	132
1751	178	1765	117
1752	191	1766	91
1753	146	1767	219
1754	181	1768	209
1755	191	1769	158
1756	144		

Es ist interessant, auch diese Zahlen (ausgeglichen) mit der Fleckencurve direct zu vergleichen. (Fig. VII.) Hier ist die Fleckencurve nicht umgekehrt dargestellt.

Es fielen Maxima der ausgeglichenen Differenzzahlen auf die Jahre:

				$\triangle$
	1751,	Sonnenfleckenmaxima auf:	1750	$+1$
und	1760		1760	± 0
Minima auf:	1748,	Sonnenfleckenminima auf:	1745	$+3$
	1757		1755	$+2$
	1765		1766	-1

so dass auch hier die Wendepunkte nahezu übereinstimmen. Da die Häufigkeit der Winde des Aequatorialstroms nur innerhalb enger Grenzen wechselt, so drücken die Curven der Figur VII also das Anwachsen der Winde des Polarstroms zur Minimalzeit — hier erreichen sie fast die Zahlen der Aequatorialwinde — und das Wiederherabsinken derselben zur Zeit der Fleckenmaxima aus. Man kann auch die Zahl der Südwestwinde mit der der Nordostwinde vergleichen. Hier sind die Resultate vor 1750 und nach 1760 ganz befriedigend, von 1750—1760 dagegen lässt sich ein bestimmt hervortretendes Maximum oder Minimum nicht erkennen. Das Resultat aus den hier mitgetheilten Zahlenreihen kann vorläufig und vorbehaltlich der Bestätigung durch Beobachtungen an anderen Orten so ausgesprochen werden: Während die jährliche Anzahl der Winde, welche dem Aequatorialstrom angehören (Aequatorialwinde, wie man sie kurz nennen kann), zu Zwanenburg keinen wesentlichen Schwankungen unterliegt und stets höher ist als die der »Polarwinde«, ist die Anzahl der Polarwinde in fleckenreichen Jahren am kleinsten, steigt aber in den fleckenarmen Jahren so an, dass sie der Anzahl der Aequatorialwinde fast gleich kommt.

Ich bin indessen weit davon entfernt, auf diese vereinzelt dastehende Beobachtungsreihe entscheidendes Gewicht legen zu wollen. Nun ist aber in neuester Zeit eine Entdeckung gemacht worden, welche mit den eben erörterten Sätzen merkwürdig übereinstimmt und ihnen eine grössere Bedeutung beilegt, als sie sonst haben würden. In Heis' Wochenschrift für Astronomie etc. (1874 Nr. 5) macht nämlich Director v. Freeden darauf aufmerksam, dass von 829 Stürmen, welche von Dampfschiffen auf der Fahrt über den nordatlantischen Ocean beobachtet und notirt wurden, diejenigen, bei welchen der Aequatorialstrom das Uebergewicht hatte, in fleckenreichen Jahren, diejenigen aber, bei welchen der Polarstrom überwog, in fleckenarmen Jahren die häufigeren waren. Eine Publication der einzelnen Werthe oder der Jahressummen für beide Sturmkategorien ist mir bisher noch nicht zu Gesicht gekommen. Oben fand sich aus den Zwanenburger Zahlenreihen ein häufigeres Auftreten des Polarstroms in fleckenarmen Jahren; stellt man damit die Freeden'sche Wahrnehmung zusammen, so liegt allerdings die Vermuthung ziemlich nahe, dass jene merkwürdige Periodicität der

Luftströmungen sich wohl hauptsächlich auf den Weltmeeren äussern werde, und dass wir es in Zwanenburg mit einem schwächeren Auftreten dieser Erscheinung (weil nahe an der Grenze ihres Gebietes) zu thun hatten. Untersuchungen der Beobachtungsreihen anderer westeuropäischer Orte, z. B. derer von Brüssel, liessen zwar schwache Spuren eines regelmässigen Wechsels in der Häufigkeit des Polarstroms erkennen; doch waren gerade in Brüssel mehrmals Anzahl und Zeit der Beobachtungstermine verändert worden, so dass die einzelnen Jahre nicht als vollkommen vergleichbar gelten durften. Beobachtungsreihen von im Innern des Continents belegenen Orten (Leipzig, Wien u. A.) ergaben, wie ich bereits bemerkte, ein gänzlich unbefriedigendes Resultat. Doch glaube ich, dass bei gründlicher Durchmusterung der Windbeobachtungen von möglichst vielen europäischen und auch amerikanischen Orten sich noch schöne Resultate erreichen liessen. In der Hoffnung, durch die oben mitgetheilte vereinzelte Zwanenburger Reihe und ihre Discussion vielleicht zu einer allgemeineren Inangriffnahme dieser so interessanten Frage Einiges beitragen zu können, habe ich jene Vergleichungen hier aufgenommen, welche ohne jene Entdeckung von v. Freeden in der That, weil ganz vereinzelt stehend, von sehr geringem Gewicht gewesen sein würden, so aber zu weiteren Nachforschungen auffordern können. — Vielleicht findet hier eine merkwürdige Notiz am passendsten ihren Platz, welche sich bei Kämtz findet[1]. Kämtz theilt nämlich mit, dass nach den 45jährigen Beobachtungen Schouw's zu Kopenhagen die mittlere Windrichtung sowie die mittlere Stärke des Windes nicht constant geblieben sei. Er (Schouw) hatte aus seinen eigenen Beobachtungen und den vor seiner Zeit angestellten je das fünfte Jahr herausgenommen[2] und folgende Zahlen constatirt:

1) Lehrbuch der Meteorologie I, p. 218.

2) Später das zehnte.

Tab. 74.

Jahr.	Mittlere Windrichtung.	Mittlere Windstärke.
1751	S 57,7 W	0,181
1755	N 80,48 W	0,180
1760	N 87,38 W	0,212
1765	N 59,13 W	0,290
1770	N 86,13 W	0,122
1775	S 50,30 W	0,313
....		
1785	N 75,41 W	0,183
....		
1800	S 15,59 W	0,235
1815	S 38,7 W	0,114
1825	S 43,43 W	0,261

Würde sich diese Verschiebung der mittleren Windrichtung bestätigen, so wäre das jedenfalls ein Anlass zu weiteren Untersuchungen, aber Kämtz setzt selbst Zweifel in die Zuverlässigkeit dieser Zahlen. Ein so erheblicher Wechsel der mittleren Windrichtung erscheint mir auch in der That ziemlich unwahrscheinlich; überdies müsste man, um klar sehen zu können, die Zahlen für sämmtliche Beobachtungsjahre kennen. Sind die Zahlen für die mittlere Windstärke richtig, so fielen die Maxima der Stärke so ziemlich mit Fleckenminimis zusammen (1765, 1775, 1800, 1825). Andere Resultate lassen freilich gerade das Gegentheil wahrscheinlicher erscheinen.

Fast noch mangelhafter sind unsere Kenntnisse darüber, ob etwa in dem mehr oder minder raschen Wechsel der Winde also in der mittleren Dauer eines jeden derselben irgend eine Beziehung zu der elfjährigen Periode obwalte. Bekanntlich dreht sich auf der nördlichen Halbkugel der Wind von S. durch W., N. und O. wieder nach S. (Dove'sches Drehungsgesetz). Hat er auf diese Weise einmal 360° durchlaufen, so hat er eine ganze Umdrehung in positivem Sinne vollendet, ist er aber ausnahmsweise einmal von S. durch O., N., W. nach S. herumgegangen, so ist die Umdrehung negativ. Die Zählung der Drehungen während eines bestimmten Zeitraumes, welche, wie man leicht sieht, für die oben aufgeworfene Frage von grosser Bedeutung ist, begegnet aber manchen Schwierigkeiten. War z. B. der Wind bei der Beobachtung Abends 10 Uhr

Nord, am anderen Morgen aber Süd, so weiss man nicht, ob er durch Ost oder durch West nach Süd herumgegangen ist. Das Erstere ist allerdings (in der nördlichen Halbkugel) viel wahrscheinlicher, das Letztere kommt aber auch zuweilen vor. Ferner passirt bisweilen der Wind in Zeit von wenigen Stunden die ganze Windrose. Es ist nun zweifelhaft, ob diese kurzdauernden Drehungen gleiches Gewicht mit den eigentlichen, oft 15—20 Tage umfassenden Drehungen erhalten sollen. Jedenfalls lassen Beobachtungen der Windrichtungen, wenn sie nicht etwa stündlich ausgeführt werden, die Anzahl der Drehungen nicht mit voller Sicherheit erkennen. Man kann sich damit einigermassen helfen, dass man ausser den vollständigen Drehungen auch die Sprünge besonders notirt. — In seinem »Gesetz der Stürme« (4. Aufl. p. 89) theilt Dove Drehungszählungen aus Kopenhagen mit, welche (mit einigen Lücken) die Jahre 1809—1863 umfassen. Bei der allgemeinen Verbreitung des Dove'schen Werkes halte ich eine Mittheilung der Zahlen für jedes einzelne Jahr nicht für angezeigt und beschränke mich auf Darlegung dessen, was ich aus denselben an Spuren einer mehrjährigen Periode ableiten konnte. Die Jahre 1834, 1836, 1837, 1838 fehlten, 1853 war ganz anomal (es überwogen die negativen Drehungen) und musste daher unberücksichtigt bleiben. Brauchbar blieben dann noch die 3 Maximaljahre 1816, 1829, 1848 und die 4 Minimaljahre 1810, 1823, 1844, 1856 (Mittel = 9,25 D.).

Es war nun die mittlere Anzahl der jährlichen Drehungen nach 3jährigem Durchschnitt:

Tab. 75.

Maxima.	Abw. vom Mittel.	Minima.	Abw. vom Mittel.
1816	0,94	1810	0,33
1829	0,33	1823	0,04
1848	— 0,19	1844	— 3,42
(abs. Werthe:)	10,19	1856	— 0,17
	9,68	(abs. Werthe:)	9,58
	9,06		9,29
			5,83
			9,08

Das Mittel aus den absoluten Werthen ergiebt:

für die Maxima: 9,64 ±0,28 Drehungen,

für die Minima: 8,44 ±0,88 Drehungen.

Es ergiebt sich somit zwar ein Ueberschuss für die Maxima, aber derselbe wird durch den Betrag der Unsicherheit wieder fast vollständig illusorisch gemacht. Bei Anwendung der Gruppen *A* und *B* erhält man die folgenden Zahlen:

Tab. 76.

A		*B*	
1816—1822	8,96	1823—1828	9,70
1829—1832	7,18	1844—1847	9,15
1848—1855	8,16	1856—1859	14,47
	8,10 ± 0,44		11,11 ± 1,52

Hier ergiebt sich zwar ein wirklicher Unterschied, der vom wahrscheinlichen Fehler nicht gedeckt wird, aber der Ueberschuss ist hier gerade zu Gunsten der Gruppe *B*, also der Minimalgruppe! Das Resultat ist also, dass wir die oben gestellte Frage nach einem Zusammenhang zwischen Dauer der einzelnen Winde und Fleckenperiode für jetzt noch mit Nein beantworten müssen. Beobachtungen an anderen Orten gaben ebenfalls unklare und widerspruchsvolle Resultate, weshalb eine eingehendere Besprechung derselben zwecklos sein würde. Bevor uns nicht irgend eine glückliche Entdeckung weiter bringt, sind also erhebliche Resultate speciell auf diesem Forschungsfelde nicht zu erwarten. Doch haben sich schon mehrfach Physiker nach periodischen Erscheinungen in der Zahl der jährlichen Winddrehungen umgesehen. So glaubte Glaisher aus den Greenwicher Beobachtungsreihen eine 7jährige Periode ableiten zu können[1], da während des von ihm bearbeiteten Zeitraumes nach je 7 Jahren der Uebersehuss der positiven über die negativen Drehungen ein auffallend geringer gewesen war, oder selbst ein Ueberwiegen der negativen Drehungen eintrat. Solche Wendepunkte fielen in die Jahre 1846, 1853 und 1860. Auch diese Periode hat sich jedoch nicht bestätigt. Denn schon das Jahr 1867 ergab einen ganz erheblichen Ueberschuss zu Gunsten der positiven Drehungen und ausserdem hat sich herausgestellt, dass ein in Greenwich anomales Jahr schon in Liverpool regelmässig verlaufen war.

Untersuchungen über einen etwaigen periodischen Wechsel in

1) Heis, Wochenschrift 1866, No. 19.

der Stärke der Winde haben gleichfalls mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen. Denn die Beobachtungen mittelst eines Anemometers[1]) sind an den meisten Stationen noch nicht lang genug, um befriedigende Resultate zu gewähren und die älteren Methoden mittelst Schätzung der Windstärke sind oft sehr unzuverlässig. Besonders geringe Sicherheit gewähren die Beobachtungen, welche nach der Scala der Societas Palatina angestellt sind, so z. B. die langjährigen, in anderen Beziehungen so überaus werthvollen Reihen der Station Hohenpeissenberg. Es ist sonach für jetzt noch nicht wohl möglich, die Frage zu erörtern, ob etwa die mittlere Windstärke eine mehrjährige Periode aufweise oder nicht. Gänzlich müssig und aussichtslos ist aber die Aufstellung dieser Frage keineswegs, denn wenn in der That, wie bald erörtert werden soll, die Stürme (speciell die Wirbelstürme oder Cyclone) der Tropen eine sehr deutliche elfjährige Periode einhalten, ist die Vermuthung wohl gerechtfertigt, dass sich auch in der Stärke des Windes der gemässigten Zone Spuren dieser Periode (wenn auch vielleicht nur schwache) finden möchten. Doch ist dies für jetzt nur eine Vermuthung, deren Bestätigung oder Widerlegung künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben muss; für jetzt wende ich mich zu einer ausführlicheren Besprechung der tropischen Wirbelstürme und ihrer Beziehungen zu den Fleckenperioden. —

Die Cyclone oder Wirbelstürme kommen vorzugsweise in drei bestimmten Meerestheilen vor, nämlich im chinesischen Meer, wo sie Tyfoons heissen; im indischen Ocean und zwar sowohl nördlich als südlich vom Aequator (besonders im Meerbusen von Bengalen und bei der Insel Mauritius), und endlich im Antillenmeer. Es werden die Cyclone dieser drei Gebiete der Reihe nach zur Besprechung gelangen müssen und zwar zunächst die Tyfoons des chinesischen Meeres.

Piddington hat eine Zusammenstellung dieser Tyfoons für die Jahre 1780—1847 geliefert und nach dieser Quelle ist bei Dove[2]) die Bahn von 28 der bedeutendsten und bemerkenswerthesten dieser

---

1) Vergl. z. B. Mohn, Grundzüge der Meteorologie § 177.
2) Gesetz der Stürme, 4. Karte auf Tafel I.

Stürme eingezeichnet worden. Diese 28 Stürme, welche in dem Gebiete zwischen dem 8. und dem 24. Grad nördlicher Breite und zwischen dem 108. und dem 123. Grad östlicher Länge (von Greenwich) sich ereignet haben, fielen auf folgende Daten:

Tab. 77.

		Monat			Monat			Monat
1.	1780	VII	12.	1826	IX	23.	1835	VII
2.	1797	VI	13.	1829	VIII	24.	1835	VIII
3.	1803	IX	14.	1829	VIII	25.	1837	XI
4.	1803	IX	15.	1831	IX	26.	1839	IX
5.	1809	IX	16.	1831	X	27.	1839	IX
6.	1810	IX	17.	1831	X	28.	1841	XI [1]
7.	1812	IX	18.	1831	X	29.	1841	VII
8.	1819	IX	19.	1832	VIII	30.	1841	VII
9.	1820	XI	20.	1832	X			
10.	1821	X	22.	1833	X			

Die Stürme 11 und 21 sind nicht angegeben.

Es fielen also Stürme auf die Jahre:

Tab. 78.

1780	1	1826	1
1797	1	1829	2
1803	2	1831	4
1809	1	1832	2
1810	1	1833	1
1812	1	1835	2
1819	1	1837	1
1820	1	1839	2
1821	1	1841	3

Nun sind natürlich unter jenen 28 Stürmen nicht die sämmtlichen, überhaupt während jenes Zeitraumes vorgekommenen zu verstehen; aber es sind jedenfalls von Dove zur kartlichen Darstellung gerade die bemerkenswerthesten und grössten benutzt worden, so dass es gestattet sein wird, jene Zahlen für den hier vorliegenden Zweck zu verwerthen. Es finden sich auch in der That in diesen Zahlen deutliche Anklänge an die Fleckenperiode. Fleckenmaxima fielen auf 1804, 1816, 1829, 1837; man sieht sofort, dass durch eine grössere Anzahl von bemerkenswerthen Stürmen ausgezeichnet waren die Jahre 1803, 1829, 1831, 1832, 1835, 1839, 1841. 1831 hat 4 grössere Tyfoons, es wird sich zeigen, dass auch die

1) Auf der Karte durch Druckfehler nochmals als 27 angegeben.

Zahl der westindischen Cyclone in jenem Jahre eine sehr bedeutende war.

An Zusammenstellungen über die Stürme des indischen Oceans stehen mir nur die Nachrichten Meldrum's über die Mauritiusstürme zu Gebote. Es wurde schon bemerkt, dass Meldrum zuerst auf eine elfjährige Periode der Cyclone und auf eine Beziehung dieser Periode zur Fleckenperiode hinwies. Die Zahlen, auf welche Meldrum seine Ansicht stützte, waren aber folgende (Wolf, Astr. Mitthl. Nr. 31):

Tab. 79.

Maximalgruppen.		Minimalgruppen.	
1847 4	1858 4	1854 3	1865 3
Mx. **1848** 6	1859 5	1855 4	1866 5
1849 5	Mx. **1860** 8	Min. **1856** 1	Min. **1867** 2
	1861 8	1857 3	1868 2
	1862 7	1858 4	1869 3
1869 3			
Mx. **1870** 3			
1871 4			

Es ist mir nicht bekannt, warum die Jahre 1850—1853 und 1863, 1864 ausgelassen sind, es wäre jedenfalls sehr wünschenswerth gewesen, auch für diese Jahre die Zahl der Cyclone kennen zu lernen. Ich nehme nun aus den mitgetheilten Zahlen das Mittel und notire die Abweichungen der einzelnen Jahre:

Tab. 80.

Mittel = 4,1 ±0,28 — dafür in runder Summe = 4.

Abweichungen:	1847	±0	1857	−1	1865	−1
	1848	+2	1858	±0	1866	+1
	1849	+1	1859	+1	**1867**	−2
	1854	−1	**1860**	+4	1868	−2
	1855	±0	1861	+4	1869	−1
	1856	−3	1862	+3	**1870**	−1
			1871	±0.		

Es finden sich allerdings noch einige Unregelmässigkeiten; zur Zeit des ziemlich bedeutenden Fleckenmaximums von 1870 blieb die Zahl der Cyclone unter dem Mittel; dagegen zeigt sich 1866 eine vorübergehende Erhöhung. Bei den Maximis von 1848 und 1860 sowie bei den Minimis von 1856 und 1867 ist aber die Uebereinstimmung eine befriedigende. Nehmen wir weiter die Mittel der

einzelnen mitgetheilten Jahresgruppen und notiren die Abweichungen von diesen, so findet sich:

Tab. 81.

1) 1847—1849 Mittel = 5.			2) 1854—1859 Mittel = 3.		
1847	−1		1854 ±0	1857 ±0	
1848	+1		1855 +1	1858 +1	
1849	±0		1856 −2	1859 +2	
3) 1860—1866 Mittel = 6.			4) 1867—1871 Mittel = 3.		
1860 +2	1864 —		1867 −1	1870 ±0	
1861 +2	1865 −3		1868 −1	1871 +1	
1862 +1	1866 −1		1869 ±0		
1863 —					

So zeigt sich die Erscheinung noch etwas deutlicher, jetzt hat auch 1871 eine positive Abweichung vom Mittel der betreffenden Gruppe.

Die grösste Beachtung verdienen die westindischen Wirbelstürme, da sie uns am besten Aufschluss geben können über das wirkliche Vorhandensein einer mehrjährigen Periode. Auch sind sie von allen Cyclonen die am genauesten auf ihrer Bahn verfolgten und werden schon seit längeren Jahren sorgfältig registrirt. So konnte z. B. der Cyclon vom 30. Aug. 1853 von den Capverdischen Inseln quer über den Ocean nach Westindien und von da bis in das Meer zwischen Schottland und Island verfolgt werden. Zu diesem weiten Wege, auf welchem er zweimal das atlantische Meer kreuzte, hatte der Cyclon 13 Tage gebraucht (Mohn, Grundzüge der Met. p. 250). In Dove's Gesetz der Stürme und zwar auf der 2. Karte der Tafel I sind die Bahnen einiger der grössten und berühmtesten westindischen Wirbelstürme eingetragen. Diese, 16 an der Zahl, sollen hier zunächst betrachtet werden. Sie fielen auf:

Tab. 82.

			Monat	Tag				Monat	Tag
No. bei Dove	a	1780	X		No.	2	1831	VIII	10
-	4	1804	IX	3	-	5	1835	VIII	12
-	8	1821	IX	1	-	11	1835	XI	10
-	3	1827	VIII	17	-	15	1837	IX	27
-	6	1830	VIII	12	-	16	1839	XII	13
-	9	1830	VIII	22	-	13	1842	X	10
-	7	1830	IX	29	-	12	1844	X	4
-	10	1831	I	13	No. 14 fehlt auf d. K.				
-	1	1831	VI	23					

Es fielen also Stürme ersten Ranges, wie man sich ausdrücken kann, auf die Jahre:

Tab. 83.

		Fleckenmax.			Fleckenmax.
1780	1		1835	2	
1804	1	1804	1837	1	1837
1821	1		1839	1	
1827	1	1829	1842	1	
1830	3		1844	1	
1831	3				

Schon aus dieser kleinen Zusammenstellung lässt sich das häufigere Vorkommen der grossen Cyclone um das Jahr 1830 recht gut erkennen. Glücklicherweise haben wir aber eine weit reichhaltigere Quelle an den Zusammenstellungen des Herrn Poey, Directors des Observatoriums in Habana[1]).

Die Listen Poey's umfassen die Jahre 1750—1873, also einen sehr langen Zeitraum. Bei der grossen Wichtigkeit und Bedeutung dieser so ausgedehnten Reihe möge es mir gestattet sein, die Zahlen Poey's hier vollständig aufzunehmen:

Es ereigneten sich Cyclone in den Jahren:

Tab. 84.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1750	0 M	6	1	1	1	1 m	3	2	1	2
1760	0	2 M	1	0	0	4	7 m	0	3	2
1770	1 M	1	7	2	3	5 m	2	1	2	1 M
1780	7	4	4	0	3 m	7	5	10	5 M	0
1790	2	2	5	1	1	2	3	0	0 m	1
1800	2	1	2	1	4 M	2	6	2	0	5
1810	6 m	0	2	7	0	6	2 M	3	8	5
1820	0	4	3	0 m	2	2	3	6	4	1 M
1830	7	5	3	3 m	2	5	1	13 M	8	8
1840	4	3	6	3	5 m	5	3	2	5 M	4
1850	8	2	2	3	2	3	1 m	2	2	3
1860	0 M	0	3	1	1	2	1	2 m	0	0
1870	7 M	3	0	1	—	—	—	—	—	—

M = Fleckenmaximum.
m = Fleckenminimum.

In einer zweiten Tafel giebt dann Poey die ausgeglichenen Zahlen für diese Cyclone, und zwar: Jahr $B = A + B + C$. Diese Tafel möge hier noch folgen, da ich bei der Discussion dieser

1) Vergl. Compt. rend. LXXVII, p. 1223; Zeitschr. der österr. Ges. f. Met. Bd. IX (1874), No. 6.

Zahlen (auf welche sich Poey nicht eingelassen hat) auch auf die ausgeglichenen Zahlen vielfach Rücksicht nehmen muss.

Tab. 85.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1750	—	7	8	3	3	5	6	6	5	3
1760	4	3	3	1	4	11	11	10	5	6
1770	4	9	10	12	10	10	8	5	4	10
1780	12	15	8	7	10	15	22	20	15	7
1790	4	9	8	7	4	6	5	3	1	3
1800	4	5	4	7	7	12	10	8	7	11
1810	11	8	9	9	13	8	11	13	16	13
1820	9	7	7	5	4	7	11	13	11	12
1830	13	15	11	8	10	8	19	22	29	20
1840	15	13	12	14	13	13	10	10	11	17
1850	14	12	7	7	8	6	6	5	7	5
1860	3	3	4	5	4	4	5	3	2	7
1870	10	10	4	—	—	—	—	—	—	—

Ich habe nun auf Fig. VIII versucht, diese Zahlen graphisch darzustellen, und zugleich die Fleckencurve dazugefügt, so dass die Beziehungen beider Curven bequem durch den ganzen Zeitraum verfolgt werden können.

Die Linie im unteren Theile der Tafel ist die Sonnenfleckencurve, darüber ist die Curve der Cyclone und zwar nach den nach Poey's Methode ausgeglichenen Zahlen eingetragen.

Man ersieht aus der Figur deutlich das überraschende Uebereinstimmen der Flecken- und der Cyclonencurve in den Maximis 1870, 1848, 1837, 1829, 1816, 1804, 1788, 1779, sowie auch ganz besonders das genaue Zusammenfallen eines tiefen Minimums in beiden Erscheinungen um das Jahr 1798. Zwei weniger tiefe Minima finden wir (ebenfalls in beiden Curven) von 1750—1760 und von 1850—1870.

Die weiteren Betrachtungen, zu welchen die mitgetheilte Figur mir Veranlassung giebt, sind nun folgende: Ich fasse zunächst den Verlauf der Erscheinung während des 18. Jahrhunderts ins Auge. Wir erhalten dort für die Cyclone folgende Perioden, wobei noch zu bemerken ist, dass in solchen Fällen, wo einem Zacken der Fleckencurve mehrere nahe zusammenliegende Zacken der Sturmcurve entsprachen, das Mittel aus denselben genommen und benutzt wurde:

Tab. 86.

Fleckenmax.	Maximum der Cyclone.					
	roh (*a*)	Δ	ausgegl. (*b*)	Δ	Länge *a*.	Länge *b*.
1750	1751	+ 1	1752	+ 2	9	8
1761	(1760)	— 1	(1760)	— 1	12	13
1770	1772	+ 2	1773	+ 3	8	7
1779	1780	+ 1	1780	+ 1	7	6
1788	1787	— 1	1786	— 2		
		+ 0,4		+ 0,6		

Fleckenmin.	Minimum der Cyclone.					
	roh (*a*)	Δ	ausgegl. (*b*)	Δ	Länge *a*.	Länge *b*.
1755	1753	— 2	1754	— 1	14	14
1766	1767	+ 1	1768	+ 2	10	10
1775	1777	+ 2	1778	+ 3	6	5
1784	1783	— 1	1783	— 1	15	15
1798	1798	± 0	1798	± 0		
		± 0,0		+ 0,6		

Ueber das Maximum von 1760 vgl. p. 116 f. Im Mittel erhalten wir für das vorige Jahrhundert aus den absoluten Zahlen eine Periodendauer von **10,1** ± 0,9 Jahren. Wie man sieht, stimmt hier die Periodenlänge noch nicht genau mit der Fleckenperiode überein; auch ist die Unsicherheit nicht unbedeutend. Es wird dies der grossen Ungleichmässigkeit der Perioden während des vorigen Jahrhunderts zuzuschreiben sein; denn eine äusserst lange Periode (1788—1804) steht neben drei sehr kurzen (1761—1770—1779—1788). Für das gegenwärtige Jahrhundert ergeben sich folgende Epochenjahre:

Tab. 87.

Fleckenmax.	Maximum der Cyclone.					
	roh.	Δ	Länge.	ausgegl.	Δ	Länge.
1804	1806	+ 2	12	1805	+ 1	13
1816	1818	+ 2	12	1818	+ 2	13
1829	1830	+ 1	7	1831	+ 2	7
1837	1837	± 0	13	1838	+ 1	11
1848	1850	+ 2	11	1849	+ 1	
1860	(1861)	+ 1	9	?	(s. p. 116 f.)	
1870	1870	± 0		1870	± 0	
		+ 1,1			+ 1,2	

Fleckenmin.	Minimum der Cyclone.					
	roh.	Δ	Länge.	ausgegl.	Δ	Länge.
1810	1811	+ 1	12	1811	+ 1	13
1823	1823	± 0	12	1824	+ 1	10
1833	1835	+ 2	12	1834	+ 1	13
1844	1847	+ 3	9	1847	+ 3	10
1856	1856	± 0	13	1857	+ 1	10
1867	1869	+ 2		1867	± 0	
		+ 1,3			+ 1,2	

Dem Fleckenmaximum von 1860 entspricht nur ein ganz schwaches Maximum der Cyclonencurve, welches in den ausgeglichenen Zahlen gar nicht mehr hervortritt. Es wird hiervon noch die Rede sein (s. unten). Im Uebrigen aber stimmen während des gegenwärtigen Jahrhunderts die Epochenjahre sowohl als die Periodendauer ganz befriedigend. Wir erhalten nämlich für die Periodenlänge der Cyclone folgende Zahlen (aus den absoluten Ziffern):

a) aus den Maximis 10,7 ± 0,73 J.
b) aus den Minimis 11,6 ± 0,50 J.
c) aus Maximis und Minimis 11,1 ± 0,41 J.

Lässt man die Zeit der grossen Störung (vgl. p. 90), welche sich auch in der Cyclonencurve ausspricht, fort und verwendet nur die fünf letzten Maxima und Minima (1860 dabei mitgerechnet), so findet sich aus Maximis und Minimis der Werth

d) 11,0 ± 0,46 J.

Vereinigt man die Perioden beider Jahrhunderte, so ergeben sich die Zahlen:

e) aus den Maximis 10,0 ± 0,55
f) aus den Minimis 11,2 ± 0,66.

Man wird am besten thun, sich auf die Zahlen, welche dem 19. Jahrhundert angehören, zu beschränken, da die Periodendauer am Ende des 18. zu stark schwankte. Wenn man dann die Werthe *c* und *d* zusammenstellt, ergiebt sich aus diesen wieder das Mittel

g) **11,05 ± 0,05**

ein Werth, der mit demjenigen für die Dauer der Fleckenperiode allerdings auf das Befriedigendste übereinstimmt. — Die Wendepunkte der Sturmcurve treten im Allgemeinen später ein als die der Fleckencurve (s. die Tab. 86 und 87), die Verspätung kann bis zu 3 Jahren anwachsen. Merkwürdig ist die bereits mehrfach angedeutete Anomalie der Sturmcurve im Jahre 1860, deren auch Poey Erwähnung thut. Während bei den übrigen Fleckenmaximis des 19. Jahrhunderts auch ein sehr deutlich ausgeprägtes Cyclonenmaximum zu constatiren war, zeigen sich 1860[1]) davon nur ganz schwache Spuren. Poey macht nun darauf aufmerksam, dass in jenem Jahre die Zahl der Mauritiusorcane eine ungewöhnlich hohe

1) Aehnlich wie auch beim Maximum 1761.

gewesen sei, also eine Art Compensation zwischen der nördlichen und südlichen Hemisphäre in dieser Beziehung stattgefunden zu haben scheine. In Mauritius ereigneten sich Cyclone (s. p. 111) 1859: 5, 1860: 8, 1861: 8, 1862: 7; allerdings eine grössere Zahl als zur Zeit der Maxima von 1848 und 1870. Poey ist geneigt, diese eigenthümliche Erscheinung mit anomalen Strömungen auf der Sonnenoberfläche in Verbindung zu bringen. Ob das richtig ist, müssen wohl noch weitere Beobachtungen und Vergleiche entscheiden. — Es ist nun sehr interessant, dass die Wirbelstürme Westindiens nicht nur einer elfjährigen, sondern sogar auch einer etwa 50jährigen Periode unterworfen sind, welche mit der grösseren Sonnenfleckenperiode fast genau übereinstimmt. Einigermassen tritt diese Thatsache schon bei Betrachtung der graphischen Darstellung Fig. VIII hervor, indem sich in der Cyclonen- wie in der Fleckencurve vor Allem die hohen und steilen Zacken von 1787 und 1837 bemerklich machen. Ich füge hier noch eine Uebersicht der Cyclonenzahl in den einzelnen Lustren und Decennien des Beobachtungszeitraumes hinzu. Es ereigneten sich Wirbelstürme:

Tab. 88.

1750—1754	9	1750—1759	18
1755—1759	9	1755—1764	m 12
1760—1764	m 3	1760—1769	19
1765—1769	16	1765—1774	30
1770—1774	14	1770—1779	25
1775—1779	11	1775—1784	29
1780—1784	18	1780—1789	M 45
1785—1789	M 27	1785—1794	38
1790—1794	11	1790—1799	17
1795—1799	m 6	1795—1804	m 16
1800—1804	10	1800—1809	25
1805—1809	15	1805—1814	30
1810—1814	15	1810—1819	39
1815—1819	24	1815—1824	33
1820—1824	9	1820—1829	25
1825—1829	16	1825—1834	36
1830—1834	20	1830—1839	55
1835—1839	M 35	1835—1844	M 56
1840—1844	21	1840—1849	40
1845—1849	19	1845—1854	36
1850—1854	17	1850—1859	28
1855—1859	11	1855—1864	16
1860—1864	m 5	1860—1869	m 10
1865—1869	5	(1865—1873)	(16)
(1870—1873)	(11)		

Es ergiebt sich ein deutlich hervortretendes Maximum zwischen 1780 und 1790, und ein zweites noch höheres zwischen 1830 und

1845. Ferner enthält der umspannte Zeitraum 3 deutliche Minima, das erste zwischen 1755 und 1764, ein zweites zwischen 1795 und 1804 und endlich ein drittes zwischen 1860—1869. Wenn demnach die Periode ihren regelmässigen Gang (wie wohl zu erwarten ist) beibehält, werden wir zwischen 1880 und 1890 ein neues Hauptmaximum der Wirbelstürme zu erwarten haben. Das Wiederaufsteigen der Zahlen macht sich von 1870 an schon ganz gut bemerkbar.

Poey stellt nun noch eine weitere sehr beachtenswerthe Vermuthung auf. Er glaubt, dass nicht nur die Anzahl, sondern auch die Intensität der Wirbelstürme zur Zeit eines Maximums der zuletzt besprochenen Periode am grössten sei. Als Belege führt er die berühmt gewordenen Stürme vom 10. October 1780, vom 10. und 11. August 1831, vom 2. August und 25—26. October 1837 an. Der erstgenannte Sturm führt vor allen anderen auf den Antillen den Namen des »grossen Orcans«. Der Sturm des 10. August 1831 ist nach Reid in allen Handbüchern etc. der Meteorologie geschildert und dadurch allgemein bekannt geworden. Unter den Mauritiusorcanen ist der vom März 1836 der stärkste und verheerendste gewesen; Poey's Ansicht scheint also in der That nicht unbegründet zu sein. Ob auch eine weitere Annahme dieses Meteorologen richtig ist, dass nämlich die Cyclone in Maximaljahren am häufigsten in die gemässigte Zone übergingen, hat sich noch nicht ermitteln lassen, da nur in wenigen Fällen bisher die Bahn eines Cyclons von Westindien bis Europa verfolgt werden konnte (vgl. ein Beispiel auf p. 112; jener Sturm fällt zwischen Maximum und Minimum ungefähr in die Mitte).

Die Uebereinstimmung zwischen der Sonnenflecken- und der Cyclonencurve ist eine so innige und während einer über 100jährigen Beobachtungsperiode constant gebliebene, dass man gegenwärtig vollkommen berechtigt ist, jene Uebereinstimmung zweier anscheinend so wenig vergleichbaren Erscheinungen nicht einem merkwürdigen Zufall zuzuschreiben, sondern sie in der That auf einen — wie beschaffenen, soll hier noch dahingestellt bleiben — Zusammenhang derselben zurückzuführen. Damit soll nun keineswegs gesagt sein, dass die Sonnenflecken direct die Wirbelstürme erregten. Man darf den Satz vorläufig nur so aufstellen: Zu Zeiten grosser Flecken-

menge auf der Sonne ist die Zahl der in China, dem indischen Ocean und Westindien vorkommenden Wirbelstürme (Cyclone) am grössten sowie ihre Intensität am bedeutendsten. — Nur beiläufig möge hier auf eine Thatsache hingedeutet werden, welche für die Erklärung jenes so räthselhaften Zusammenhanges vielleicht noch wichtig werden kann. Dove führt[1]) die westindischen Cyclone in letzter Instanz auf Differenzen des Luftdrucks in der östlichen Halbkugel zurück, nämlich so:

»Zu derselben Zeit, wo der atmosphärische Druck auf der »nördlichen Halbkugel sich vermindert, steigert er sich auf der süd»lichen, und zwar erstreckt sich die Anhäufung der Luft bis zu den »Canaren, also über den Aequator hinaus. Die Anhäufung auf der »südlichen Erdhälfte genügt nicht, um die Auflockerung auf der »nördlichen zu erklären, es muss also ein seitlicher Abfluss statt»finden und zwar (wie Staubbeobachtungen erweisen) von Nordafrika »nach Westindien. Dieser Abfluss versperrt dem oberen Passat seine »Rückkehr nach den Wendekreisen, zwingt ihn in den unteren ein»zudringen und verursacht so einen Wirbel«. Dies der Gedankengang Dove's, den ich möglichst mit seinen eigenen Worten wiedergeben zu müssen glaubte.

Nun ist aber durch die Forschungen Hornstein's (vgl. 4. Abschnitt) gegenwärtig eine Beziehung zwischen der grösseren Fleckenperiode und dem Luftdruck sehr wahrscheinlich geworden, und zwar so, dass die jährliche Schwankung des Luftdruckes zur Maximalzeit grösser ist. Da ist wohl die Vermuthung nicht unberechtigt, dass auch die Druckdifferenzen verschiedener **Erdstriche** zur Zeit des Maximums grösser sein möchten als beim Minimum. Auf diese Weise liesse sich das häufigere und intensivere Auftreten von seitlichen Strömungen von Afrika nach Westindien und damit das häufigere Vorkommen der Cyclone (wenigstens was die grosse Periode anbetrifft) erklären. Doch ist dies vorläufig nur eine Vermuthung, welcher ich aber glaubte hier einen Platz einräumen zu dürfen, um vielleicht Untersuchungen der Druckdifferenzen verschiedener Gegenden zur Maximal- und Minimalzeit dadurch anzuregen. —

1) Gesetz der Stürme, 4. Aufl., p. 165—167.

Dritter Abschnitt.
Sonnenflecken und Hydrometeore.

A. Bewölkung.

Nach den Luftströmungen ist es zunächst das ausgedehnte Gebiet der Hydrometeore, welches unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt. Wenn es sich im vorhergehenden Capitel um Erscheinungen handelte, welche für unsere Breiten weniger in Betracht kommen, so sind diejenigen Phänomene, welche auf den folgenden Seiten zur Erörterung gelangen sollen, sowohl für unsere Breiten wichtig und von entscheidendem Einflusse, als auch allgemein interessant. Es wird sich zeigen, dass auch die Erscheinungen der Bewölkung (wenigstens gewisse Arten derselben), der Regenmenge, der Hagelfälle und des Gewitters durchaus nicht ohne alle Beziehung zur elfjährigen Periode sind, vielmehr theilweise recht augenfällig mit derselben correspondiren. Natürlich sind die Beziehungen der einzelnen Phänomene zur Fleckenperiode wieder sehr verschiedene; während z. B. die Cirruswolken, die Sonnen- und Mondhöfe sich derselben auf das Engste anschliessen, zeigt der Betrag der mittleren Bewölkung nur schwache Spuren einer Correspondenz, welche aber gleichwohl einer Beachtung nicht unwerth sind.

Es wird zunächst die Rede sein müssen von den Beziehungen der Himmelsbeschaffenheit, also des grösseren oder geringeren Betrages der Bewölkung zur elfjährigen Periode und im Anschluss hieran von der gegenwärtig mit ziemlicher Sicherheit festgestellten Periode der Cirruswolken, sowie der Nebensonnen, Nebenmonde und Sonnen- und Mondhöfe.

Ueber die Frage, ob sich etwa in dem Betrage der mittleren Bewölkung eine Periode von mehr als einem Jahre erkennen lässt, und über die Beziehungen einer solchen Periode zu den Sonnenflecken liegen, soweit mir bekannt ist, bisher nur zwei Aussprüche vor, welche noch dazu sich direct widersprechen. Der eine derselben rührt von dem verdienstvollen Sonnenbeobachter Schwabe her, welcher in den Astr. Nachr. No. 638, p. 221 sagt: »Wenn

»irgend die Sonnenflecken Einfluss auf unsere Witterung haben »sollten, scheinen sie nach meinen zwanzigjährigen Beobachtungen »eher wolkige als heitere Tage hervorzubringen«. Gerade das Gegentheil besagt eine Aeusserung von Dr. H. J. Klein[1]), dass in fleckenarmen Jahren weit mehr trüber Himmel beobachtet werde als in fleckenreichen. — Ich habe nun zunächst die in der mehrerwähnten Abhandlung von Prof. Bruhns über das Klima von Leipzig enthaltenen vieljährigen Beobachtungen der Himmelsbeschaffenheit untersucht, um zu sehen, ob eine der mitgetheilten Annahmen durch diese lange Beobachtungsreihe ihre Bestätigung fände. Das Resultat meiner Untersuchung war aber ein so unentschiedenes, dass es ohne weiteren Vortheil sein würde, die abgeleiteten Zahlen hier vorzuführen. Es ergab sich allerdings eine über das Mittel hinausgehende Anzahl von heiteren Aufzeichnungen (um sich kurz so auszudrücken) für eine Anzahl heisser Jahre in der Umgebung des Fleckenminimums, wie 1834, 1842, besonders 1856—1859, allein auch in den fleckenreichen Jahren 1838, 1840, 1848 und 1849 ging die Heiterkeit des Himmels über den mittleren Betrag nicht unerheblich hinaus, während es andererseits auch mehrere fleckenarme Jahre mit ziemlich trübem Himmel gab. Auch eine Untersuchung der Beobachtungen von Brüssel und anderen belgischen Städten lieferte kein bestimmtes Resultat. Stets ergaben einzelne Jahre mit besonders heissen Sommern eine zu grosse Klarheit, andere mit kühlen Sommern eine zu geringe. Dies konnte darauf führen, nicht ganze Jahre, sondern wieder (wie im I. Abschnitt) einzelne Jahreszeiten in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Jedoch will ich gleich im Voraus bemerken, dass es nicht möglich gewesen ist, so befriedigende Resultate zu erzielen, als bei der Untersuchung der Temperaturverhältnisse für Winter und Sommer. Da bekanntlich Klarheit des Himmels im Sommer die Temperatur erhöht, im Winter sie herabdrückt, Bedeckung aber umgekehrt die Sommerwärme vermindert, dagegen die Temperatur im Winter etwas erhöht, so ist zu erwarten, dass im Allgemeinen kalte Winter und klare Winter, milde Winter mit trüben Wintern zusammenfallen werden;

1) Vergl. auch Astr. Nachr. No. 1915, und Wolf, Literatur über die Sonnenflecken No. 287, sowie dessen Astr. Mitth. No. 30.

ebenso wie heisse und klare Sommer, kühle und trübe Sommer den gleichen Jahren angehören werden. Dies ist auch im Ganzen genommen durch die Leipziger Beobachtungsreihe bestätigt worden, nur dass der Gegensatz bei den Sommern deutlicher auftrat als bei den Wintern. Die Himmelsansicht wurde in jenen Beobachtungen mit »heiter«, »trübe«, »wolkig« bezeichnet[1]). Letzteres das zwischen »heiter« und »trübe« in der Mitte liegt, glaubte ich unberücksichtigt lassen zu dürfen, da nachträglich nicht mehr zu ermitteln ist, ob der als »wolkig« bezeichnete Tag oder Tagestheil mehr heiter oder mehr trübe gewesen ist. Es wurde dann den weiteren Untersuchungen der Betrag der Differenz zwischen der Zahl der heiteren und der trüben Aufzeichnungen zu Grunde gelegt. Im Mittel betrug diese Differenz für die einzelnen Monate des Jahres, wobei + ein Ueberwiegen der heiteren, — ein Ueberwiegen der trüben Aufzeichnungen angiebt:

Tab. 89.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
−8	−2	±0	+10	+19	+15	+16	+22	+19	+5	−16	−22.

Ueberwogen nun z. B. im Januar die trüben Aufzeichnungen die heiteren um 12, so wurde aufgezeichnet —4 (4 trübe Aufzeichnungen zu viel), überwogen aber im Juli die heiteren Aufzeichnungen um 20, so habe ich notirt +4 (4 heitere Aufzeichnungen zu viel). In dieser Weise sind die beiden folgenden Tabellen berechnet worden (mit Zugrundelegung der von Professor Bruhns in den sächs. met. Beobb. II. Jahrg. p. 140 veröffentlichten Originalbeobachtungen). Positives Vorzeichen bedeutet also ein zu starkes Ueberwiegen der heiteren Aufzeichnungen über die trüben, negatives dagegen zu zahlreich auftretende trübe Aufzeichnungen.

---

1) Täglich drei Aufzeichnungen.

Tab. 90.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1830	—	−19	2	−22	− 5	−29	7	−42	−30	− 2	9	− 4
1831	−12	− 6	−19	16	3	−16	− 7	−11	−13	31	2	−29
1832	− 5	40	14	33	−11	−12	−18	14	2	15	− 6	−12
1833	3	− 5	−25	−31	32	11	−39	−35	−20	54	10	−16
1834	−15	36	− 7	−14	6	− 1	34	14	29	—	8	−12
1835	4	− 6	− 5	−15	−29	7	20	−10	18	−10	20	−12
1836	10	2	5	− 8	5	− 3	− 1	−10	−13	− 7	− 8	−16
1837	−21	6	− 3	−25	−18	22	−19	5	−15	−20	−26	2
1838	33	4	−24	1	− 4	6	± 0	−35	8	− 7	4	15
1839	− 9	− 8	−13	−15	−19	10	− 5	−14	6	− 4	−13	−16
1840	13	10	12	34	− 2	4	− 8	9	−15	−14	7	46
1841	− 4	16	3	16	22	−21	−12	10	23	−24	2	− 3
1842	± 0	27	−15	16	39	− 1	2	50	−30	−13	− 4	14
1843	6	−38	32	5	− 2	−29	−14	13	13	− 8	−20	−29
1844	± 0	− 7	−33	27	−15	− 2	− 1	−24	4	− 1	−12	28
1845	− 1	− 3	− 8	33	−20	13	6	− 9	− 6	−15	− 2	−17
1846	− 4	−11	9	−10	−13	20	5	21	28	−13	− 3	−10
1847	−16	−12	7	−23	14	− 6	− 2	10	13	− 9	45	15
1848	5	−20	4	− 2	38	−17	−35	−10	− 7	− 5	4	− 3
1849	2	−13	−17	−11	3	−16	− 1	− 6	6	− 4	15	5
1850	4	− 7	10	− 8	−16	− 6	− 4	− 8	—	−36	− 6	−23
1851	− 5	8	− 5	−23	− 9	− 4	7	8	−40	−15	−10	± 0
1852	5	−25	28	3	−10	− 6	35	− 1	− 6	− 5	− 8	5
1853	−15	−16	4	−21	7	−13	6	− 4	3	27	−36	11
1854	− 5	− 7	11	25	− 4	−27	13	−13	16	15	− 4	3
1855	− 1	−15	−12	−13	− 7	14	− 7	1	20	2	−12	23
1856	22	1	31	16	−29	− 5	7	1	7	23	− 8	± 0
1857	−12	21	4	2	22	38	3	33	22	8	2	6
1858	13	39	11	31	− 7	28	−21	9	20	16	− 1	−17
1859	2	± 0	1	−25	17	22	28	17	−14	12	10	2
1860	− 1	− 1	− 2	7	15[1]	—	—	—	—	—	—	—
1861	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1862	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1863	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1864	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1865	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) 1860 endigten die Beobachtungen des ursprünglichen Beobachters Dr. Wagener; die späteren Jahre sind daher nicht direct vergleichbar und auch in die citirte Abhandlung nicht aufgenommen.

Tab. 91.

Mittel der 3 Sommermonate.

Jahr.	Zahl des Ueberwiegens der heiteren (resp. trüben) Aufzeichnungen. + heiter, — trübe.	Abweichung dieser Zahl vom Mittel (+ 18).		Sonnenflecken.
1830	— 3	—21 **)		
1831	7	—11	A	
1832	13	— 5		
1833	— 3	—21 **)		Minimum.
1834	34	16		
1835	24	6	B	
1836	13	— 5		
1837	21	3		Maximum.
1838	8	—10		
1839	15	— 3		
1840	20	2	A	
1841	10	— 8		
1842	35	17		
1843	8	—10		
1844	9	— 9		Minimum.
1845	21	3		
1846	33	15	B	
1847	15	— 3		
1848	— 3	—21 **)		Maximum.
1849	10	— 8		
1850	12	— 6		
1851	22	4		
1852	27	9	A	
1853	14	— 4		
1854	9	— 9		
1855	20	2		
1856	19	1		Minimum.
1857	43	25 *)		
1858	23	5	B	
1859	40	22		

*) = grösste + Abweichung (1857).

**) = grösste — Abweichung (1830, 1833, 1848).

Aus der Tabelle 91 ergiebt sich eine zu grosse Klarheit des Sommers für die meisten Jahre der Gruppe *B*, nämlich 1834, 1835, 1845, 1846, 1856, 1857, 1858, 1859. Ausnahmen sind 1833, 1836, 1844 und 1847. Umgekehrt zeigt die Gruppe *A* eine erhebliche Menge grosser negativer Abweichungen; 1830, 1831, 1838, 1848. Aus sämmtlichen Jahren der Gruppen *A* ergiebt sich —4,4 als mittlere Abweichung vom allgemeinen Mittel, also ein Ueberwiegen der klaren Aufzeichnungen um nur 13,6 statt 18. Aus den Jahren der Gruppen *B* dagegen finde ich +4,6, also ein Ueberwiegen der klaren Aufzeichnungen um 22,6 statt 18. Es ist freilich diese Differenz, deren Gewicht durch den Betrag der Unsicherheit noch bedeutend verringert wird, nicht erheblich zu nennen, aber sie ist schon darum nicht ohne Werth, weil sie indirect einen neuen Beleg für das häufigere Vorkommen besonders heisser Sommer in der Nähe des Fleckenminimums liefern kann. Die Winter ergaben dagegen ein zu unentschiedenes Resultat, als dass eine Anführung der betreffenden Zahlen, welche sich ohnehin aus unserer Tab. 90 leicht herleiten und übersehen lassen, von Nutzen sein könnte. Beobachtungen der Himmelsbeschaffenheit sind überhaupt in längeren Reihen nicht zahlreich vorhanden, oder die Angaben sind so unbestimmt und oft wechselnd, dass sich nichts Sicheres daraus ableiten lässt. Aus diesem Grunde konnten z. B. die Beobachtungsreihen von Peissenberg nicht näher untersucht werden; denn die Bewölkung ist in den einzelnen Jahren in zu auffällig verschiedener Weise classificirt worden, wie man aus dem Betrage der mittleren Bewölkung für die verschiedenen Jahre leicht ersehen kann. In der »Wochenschrift für Astronomie« wurden früher eine grosse Anzahl Beobachtungen der Himmelsbeschaffenheit aus verschiedenen Orten Europas publicirt, welche für unsere Zwecke ein sehr erwünschtes Material darbieten könnten, wenn nicht leider so ziemlich jede Station in jedem Jahrgange Lücken aufzuweisen hätte. Nur allein die Station Münster hat ununterbrochene Listen mitgetheilt, und die Beobachtungen dieser Station, welche die Jahre 1858 bis 1874 umfassen, sollen hier noch kurz erörtert werden. Es sind nur ganze Tage durch die Bezeichnungen »heiter«, »wolkig«, und »trübe« characterisirt worden. Ich theile nur die Zahl der mit »heiter« und »trübe« bezeichneten Tage für die 3 Sommermonate mit:

Tab. 92.

	6		7		8		Ganzer Sommer.		Abweich. vom allgem. Mittel.	
	h.	t.	h.	t.	h.	t.	h.	t.	h.	t.
1858	9	1	2	3	9	5	20	9	— 5	— 4
1859	10	0	19	1	9	3	30	4	5	— 9
1860	4	1	6	3	1	8	11	12	—14	— 1
1861	5	5	8	3	9	4	22	12	— 3	— 1
1862	2	10	3	6	11	5	16	21	— 9	8
1863	6	2	12	1	11	4	29	7	4	— 6
1864	4	5	13	5	8	6	25	16	0	3
1865	8	9	15	4	6	1	29	14	4	1
1866	11	1	6	11	7	3	24	15	— 1	2
1867	8	5	4	10	15	2	27	17	2	4
1868	17	0	15	1	11	5	43	6	18	— 7
1869	7	10	14	1	5	8	26	19	1	6
1870	9	6	7	0	0	5	16	11	— 9	— 2
1871	3	15	8	5	9	6	20	26	— 5	13
1872	10	5	12	3	6	7	28	15	3	2
1873	11	3	14	2	7	6	32	11	7	— 2
1874	11	1	17	1	6	4	34	6	9	— 7

Mittel: h. = 25,4 — t. = 13,0.

Diese Zahlen spiegeln die elfjährige Periode ziemlich genau ab; das Minimum der klaren Tage fällt genau auf die beiden Maximaljahre 1860 und 1870, von letzterem Jahre an zeigt die Zahl der heiteren Tage bis 1874 eine regelmässige Zunahme. Von 1850 bis etwa 1865 ist die Erscheinung nicht ganz so regelmässig. Die ganz trüben Tage waren am häufigsten in den sehr fleckenreichen Jahren 1862 und 1871, am seltensten 1859, 1868 und 1874. Auch diese Zahlen sind ein neuer Beleg dafür, dass in der That das Maximum von trüben und zugleich kalten, das Minimum von heiteren und durch hohe Wärme ausgezeichneten Sommern begleitet wird. In diesem Sinne hatte also Schwabe Recht, wenn er schon vor vielen Jahren behauptete, dass die Sonnenflecken trübe Witterung herbeiführten, für das ganze Jahr aber lässt sich die Richtigkeit dieses Satzes bisher durchaus nicht nachweisen, vielmehr scheinen gerade die Maximalwinter sich wie durch strenge Kälte, so durch besonders andauernde Heiterkeit des Himmels auszuzeichnen. Doch ist ein so regelmässiger Wechsel wie bei den Sommern nicht zu erkennen. —

Waren somit die Resultate der kurzen und nur als vorläufige zu betrachtenden Erörterungen über die Bewölkung überhaupt noch nicht besonders glänzende zu nennen, so liefert dagegen die

Untersuchung des Vorkommens einzelner Wolkenformen und zwar speciell der sogenannten Cirren, zu welcher ich jetzt übergehe, Ergebnisse, welche ebenso interessant, als bereits mit ziemlicher Sicherheit festgestellt sind. —

Man nennt bekanntlich Cirri (auch Wolkenbäume) eine Art feiner, weisser Wolken, welche bald flockig ausgebreitet sind, bald in baum- oder federförmigen Figuren oder auch in langen parallelen Reihen den Himmel überziehen. Ihre Höhe ist eine sehr bedeutende, Kämtz nahm sie zu 20,000 Fuss an und Humboldt sah diese Wolken noch auf den Gipfeln der amerikanischen Gebirge unverändert über sich stehen. Gegenwärtig nimmt man ziemlich allgemein an, dass sie aus Eisnädelchen bestehen[1]. Eine Rolle als Vorboten eines Witterungswechsels schrieb man den Cirris schon lange zu; in der That kann man sich häufig davon überzeugen, dass nach längerem Anhalten klarer Witterung zuerst das Erscheinen der Cirri das Signal zu einer allgemeinen Bewölkung des Himmels und damit zu einem Witterungswechsel giebt. Eine ganz ungeahnte Bedeutung haben aber diese Cirri erlangt, seitdem man auf eine schon von Humboldt und vor ihm von Frobesius bekanntgegebene Thatsache wieder aufmerksam geworden ist. Es zeigt sich nämlich durchaus nicht selten, dass diese langgezogenen Reihen von Cirris dem magnetischen Meridian parallel laufen. Die Streifen (die sogenannten Polarbanden) haben scheinbar im NW einen Convergenzpunkt hinter dem Horizont (optische Täuschung), strahlen von da über den ganzen Himmel und laufen unter dem südöstlichen Horizont wieder zusammen. Man kann diese Erscheinung besonders im Frühling und Herbst ziemlich häufig in voller Ausbildung beobachten. Diese Polarbanden, welche jetzt an mehreren Orten sorgfältig registrirt werden, haben nun eine unzweifelhafte Beziehung zum Polarlicht[2]. Bald gehen sie dem Auftreten eines Nordlichtes voran, bald bezeichnen sie noch am nächsten Tage den Ort eines starken Nordlichtes der verflossenen Nacht, bald endlich treten sie, während das Nordlicht in voller Thätigkeit ist, in so enger Verbindung mit demselben auf, dass die Beobachter zweifelhaft sein können, ob die

1) Vergl. Müller, Kosmische Physik 3. Aufl., p. 654.

2) Vergl. Humboldt, Kosmos I p. 124, 143, 144; IV p. 131—135, 138—141; und Zöllner, Ueber das Nordlicht in seiner Beziehung zur Wolkenbildung.

sichtbaren weissen Streifen Nordlichtstrahlen oder Polarbanden sind[1]. Es hat sich nun gegenwärtig immer unzweifelhafter herausgestellt, dass diese Polarbanden sowohl die jährliche als auch die elfjährige Periode mit den Nordlichtern, also — was letztere Periode betrifft — auch mit den Sonnenflecken gemeinsam haben. Zunächst möge die jährliche Periode betrachtet werden. Die Polarlichter kommen zwar in allen Monaten vor, jedoch am häufigsten vom März bis Mai und vom August bis October. Selten sind sie dagegen im Juni und Juli, sowie im December und Januar[2]. Genau ebenso verhalten sich auch die Polarbanden, wie man aus folgender, den Mittheilungen des bekannten unermüdlichen Beobachters Weber in Peckeloh entnommener Zusammenstellung bequem ersehen kann. Weber ist ausschliesslich das Verdienst der Auffindung dieser jährlichen Periode der Polarbanden zuzuschreiben.

Tab. 93.

Polarbanden in Peckeloh.

Quelle: Wochenschrift f. Astr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Sa. Jahr.
1864, 12	1863	7	6	7	12	8	5	2	1	4	6	8	2	68
1865, 4	1864	9	6	15	12	5	6	3	6	8	8	9	3	90
1866, 8	1865	6	9	8	18	7	7	6	10	9	11	5	4	99
1867, 7	1866	5	7	9	12	4	3	4	3	5	12	5	1	69
1868, 6	1867	1	4	10	2	10	5	2	4	5	8	3	3	57
1869, 3	1868	2	2	5	7	5	3	1	3	6	7	6	3	50
Monatssumme:		30	33	54	**63**	39	29	18	27	37	**52**	36	**16**	

Die Einzelzahlen für die späteren Jahre sind leider nicht mehr mitgetheilt.

Die beiden Maxima im April und October, sowie die Minima im Juli und December treten sehr scharf hervor. Auch die elfjährige Periode macht sich in dieser Tabelle durch das Sinken der Jahressummen um 1867 (Fleckenminimum) schon einigermassen bemerkbar. Weit mehr noch ist dies der Fall in einer Tabelle von

1) Näheres ist in jedem Jahrgange der Wochenschrift für Astronomie etc. besonders von Weber in Peckeloh und Groneman in Groningen mitgetheilt.

2) Vergl. hierüber Zöllner, Ursprung des Erdmagnetismus p. 523 und Loomis, The Aurora Borealis p. 223 f.

Cölner Beobachtungen, auf welche Dr. Klein zuerst aufmerksam gemacht hat [1]).

Tab. 94.

	Cirri.			Cirrostrati.			Cirrocumuli.			Summe.
1850—1852	47	51	24	60	67	**60**	23	10	**16**	358
1853—1855	**36**	31	**22**	70	**73**	43	3	0	2	**280**
1856—1858	59	74	31	70	32	20	22	**22**	7	337
1859—1861	114	117	55	69	54	26	**25**	10	5	475
1862—1864	**151**	**106**	**104**	64	36	23	3	5	3	**495**
1865—1867	100	73	52	**55**	**27**	**13**	0	0	0	**320**
1868—1870	82	74	92	**97**	38	28	0	0	0	411
	6	2	10	6	2	10	6	2	10	
	Uhr			Uhr			Uhr			

Die Periodicität ist auch noch einigermassen bemerkbar, wenn man die Morgen-, Mittag- oder Abendbeobachtungen jede für sich in das Auge fasst. In Fig. IX sind die Zahlen für die einzelnen Jahresgruppen graphisch dargestellt, und zwar habe ich die Cirri unter *A*, die Cirrostrati unter *B* und die Cirrocumuli unter *C* verzeichnet.

Der parallele Gang der Flecken- und der Cirrencurve ergiebt sich aus dieser Figur mit grosser Deutlichkeit, so dass an der Existenz dieses Parallelismus gegenwärtig durchaus nicht mehr gezweifelt werden kann; es bleibt nur zu wünschen, dass noch an anderen Orten ähnliche Beobachtungen gesammelt und publicirt würden, da unsere Kenntniss über das Wesen des Zusammenhanges zwischen Polarbanden und Nordlichtern doch noch zur Erklärung aller Einzelheiten nicht ausreicht. — Von den Cirruswolken ist der Uebergang zu den Sonnen- und Mondhöfen und ihrer Periodicität durchaus naturgemäss. Auch diese interessanten Phänomene gehen häufig dem Auftreten eines Polarlichtes voraus und diese seit etwa einem Jahrzehnt bekannte Thatsache bewog den eifrigen Beobachter derartiger Erscheinungen, Herrn Tromholdt zu Horsens in Jütland, auch die jährliche Anzahl der Mondhöfe etc. auf Spuren der elfjährigen Periode zu prüfen. Die Resultate seiner Ermittelungen hat Tromholdt in Heis' Wochenschrift 1874 No. 43

1) Astron. Nachr. No. 1915. Wolf, Astr. Mittheil. No. 30 und No. 33.

veröffentlicht, und wie man sich aus einer Betrachtung der Tab. 95 leicht überzeugen kann, geht in der That auch die wechselnde Häufigkeit der Mond- und Sonnenhöfe der Fleckencurve im Allgemeinen parallel.

Es wurden nämlich Sonnenhöfe gesehen[1]).

Tab. 95.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1850	—	—	—	—	—	—	—	7	15	27
1860	24	20	16	19	9	42	29	18	18	24
1870	28	47	32	36	—	—	—	—	—	—

Diese Zahlen ergeben allerdings zwei deutliche Maxima 1859 und 1871, dazwischen aber ein kaum minder hohes 1865/66. Ob diese Anomalie dem Wechsel des Beobachtungsortes zuzuschreiben ist, oder ob sich wirklich die Curve dieser Erscheinungen kurz vor Erreichung des Minimums noch einmal vorübergehend hoch erhebt, kann jetzt natürlich noch nicht entschieden werden, nur erwähnt soll noch das Factum werden, dass die Curve der Cirruswolken (vgl. Fig. IX die 3 oberen Abtheil.) ebenfalls das Bestreben hat, vor Erreichung des Minimums noch einmal vorübergehend anzusteigen. In den Beobachtungen dieser Erscheinungen zu Dresden (Sächs. met. Beobb. des Prof. Bruhns) ist ebenfalls ein Maximum 1860—1861 gut erkennbar. Es waren nämlich sichtbar:

Tab. 96.

		Sonnenhöfe.	Mondhöfe.	Nebensonnen u. -Monde.	Zusammen.
Fleckenmin.:	1856	0	0	0	0
	1857	0	1	1	2
	1858	0	6	2	8
	1859	0	4	4	8
Fleckenmax.:	1860	2	5	7	14
	1861	7	8	8	23
	1862	4	7	6	17
	1863	1	7	3	10
	1864	0	2	1	3
	1865	0	0	0	0
	1866	0	9	0	9
Fleckenmin.:	1867	1	4	0	5

1) Die Beobachtungen wurden nacheinander an 3 verschiedenen Orten angestellt, was vielleicht ihren Werth etwas verringert.

Vor 1856 sind die Zahlen stets auffallend niedrig, waren damals vielleicht kleinere Erscheinungen unberücksichtigt gelassen? Auch hier zeigt sich 1866 das Bestreben zur Bildung eines secundären Maximums. Tromholdt hat übrigens auch eine jährliche Periode der Höfe festzustellen vermocht. Von 1857 bis 1873 fielen an solchen Höfen auf:

Tab. 97.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	23	21	46	59	58	28	25	23	43	34	22	29
Abw. v. Mittel:	—11	—13	12	25	24	—6	—9	—11	9	0	—12	—5

Mittel = 34,2 für einen Monat durch die ganze Beobachtungsperiode.

Es kommen also auch die Höfe, genau wie die Polarlichter und Polarbanden, zur Zeit der Aequinoctien am häufigsten, zur Zeit der Solstitien am sparsamsten vor. — Oben wurde erwähnt, dass die Cirruswolken nach gegenwärtiger Anschauung aus in der Luft schwebenden Eisnädelchen bestehen. Gleiches gilt von den Nebensonnen und Nebenmonden, sowie von den grossen weissen Lichtringen, welche sich häufig in Verbindung mit Nebensonnen zeigen [1]. Nun erwähnt schon Kämtz [2], dass in der Regel dem Auftreten eines Hagelwetters die Erscheinung von Cirren vorausgehe, denn diese »machten meistens unter den Wolken, welche sich an Tagen »zeigen, an welchen Hagel fällt, den Anfang«. Wenn nun auch über die eigentlichen Entstehungsbedingungen des Hagels etwas absolut Sicheres und Anerkanntes noch nicht festgestellt werden konnte, so wird doch wohl allseitig zugestanden, dass das Eindringen sehr kalter Luftschichten in wärmere (Mohr's Theorie u. A.) eine Hauptursache sei. Wenn uns nun Cirri, Höfe, Nebensonnen etc. Kunde geben von dem Vorhandensein solcher kalten Luftschichten in der Atmosphäre, so ist die Annahme, welche in den letzten Jahren hier und da Fuss gefasst hat, dass auch die Anzahl und die Intensität der Hagelfälle zu den eben erörterten Erscheinungen und dadurch mittelbar zur Periode der Polarlichter und Sonnenflecken in einer gewissen Beziehung stehen möchten, gewiss nicht ganz unmotivirt. Dies führt auf eine kurze Erörterung unserer bisher erlangten Kenntnisse über periodisch wechselnde Häufigkeit der Hagelfälle.

1) Müller, Kosm. Physik 3. Aufl., p. 415 ff.
2) Kämtz, Lehrbuch der Meteorologie II, 535.

B. Hagelfälle.

Der Erste, welcher sich auf die Untersuchung der jährlichen Frequenz der Hagelfälle ernstlich eingelassen hat, ist der um viele der hier zur Behandlung gekommenen Probleme so verdiente Professor Fritz in Zürich. Derselbe wurde zu seiner Arbeit[1]) durch die Wahrnehmung veranlasst, dass in den sehr fleckenreichen Jahren um 1870 viele Orte von Hagelwettern heimgesucht wurden, welche lange als ziemlich frei davon gegolten hatten. Er stellte nun die Zahlenreihen von 25 Orten aus den verschiedensten Theilen Europas zusammen, bildete aus ihnen fünf Gruppen und fand auf diese Weise, dass der Hagel am häufigsten beobachtet wurde:

Tab. 98.

Gruppe 1	1817	1830	1840	—	—
2	—	—	1837	1848	1861
3	—	—	1836	1848	—
4/5	—	—	—	1849	1859
Mittel	1817	1830	1838	1848	1860
Sonnenfleckenmaxima waren	1816	1829	1837	1848	1860
Hagelmaxima fielen später .	+1	+1	+1	±0	±0

Fritz fügt hinzu, dass Fleckenminima und Hagelminima eine ganz ähnliche Uebereinstimmung zeigten. Sogar an solchen Orten, wo der Hagel überhaupt eine sehr seltene Erscheinung sei, spricht sich nach ihm jene Periodicität noch aus. So wurden zu Einsiedeln 1819 (Max. +3), 1828 (Max. —1), 1829 (Max.), 1836 (Max. —1) je 2 Hagelfälle beobachtet, in den übrigen Jahren aber keiner oder höchstens einer. Aehnlich auf schottischen Stationen. Endlich weist Fritz auch noch darauf hin, dass das historisch berühmte Hagelwetter, welches am 13. Juli 1788 ganz Frankreich in zwei parallelen Streifen durchzog, dem Maximum der grösseren Fleckenperiode sehr nahe lag[1]).

Ich kann nun die Fritz'schen Beispiele noch durch einige weitere vermehren. — Bei Kämtz finden sich einige hierhergehörige Bemerkungen, welche nicht unwichtig und um so interessanter sind,

1) Vierteljahrschr. der naturf. Ges. in Zürich 1874, p. 71. Wochenschr. f. Astron. 1875 No. 30.

2) Er hätte noch das von Volta geschilderte Hagelwetter zu Como (19/20. Aug. 1787) hinzufügen können. (Müller, l. c. 671).

als Kämtz damals von der Existenz eines periodischen Wechsels in der Frequenz der Sonnenflecken und der damit zusammenhängenden Erscheinungen noch gar keine Kenntniss haben konnte. Im Lehrbuch der Met.[1]) findet er es auffallend, dass in Erfurt von 1781—1784 nur zwei Hagelwetter und zwar beide im Mai 1782 vorgefallen sein sollten. Wenn man bedenkt, dass 1784 ein Fleckenminimum eintrat, so erscheint diese Thatsache nicht nur nicht auffällig, sondern wird sogar ein werthvoller Beleg für die Richtigkeit der Fritz'schen Aufstellungen. Auf p. 513 desselben Bandes sagt Kämtz: »In dem Journal von Padua in den Mannheimer Epheme»riden wird oft mehrere Jahre hintereinander kein Hagel erwähnt, »was mir wenig wahrscheinlich scheint«. Auch diese Notiz stimmt recht gut zu der Annahme einer Periodicität. Als Kämtz von der grossen Seltenheit des Hagels zwischen den Wendekreisen spricht, erwähnt er einige gleichwohl vorgekommene Fälle, darunter als etwas ganz Aussergewöhnliches einen bedeutenden Hagelfall in der Stadt Mexico, welcher sich am 17. August 1830, also gleichfalls in einem sehr fleckenreichen Jahre ereignet hatte. Auf Martinique war wenigstens in der Ebene bis zu den Zeiten Kämtz's nur einmal — 1721 — Hagel gefallen. 1721 liegt zwar 3 Jahre nach dem Maximum von 1718, fällt aber gleichwohl noch in unsere oft angewendete Gruppe *A*. Vielleicht darf man auch darauf Gewicht legen, dass nach den Zusammenstellungen von Professor Bruhns in der bereits öfter genannten Abhandlung über das Klima von Leipzig die bedeutendsten Hagelwetter während der Beobachtungsperiode auf folgende Daten fielen:

1. 1841 VIII 9 — 4 Jahre nach dem Max. (grosse Per., 1837)
2. 1850 V 24 — 2 Jahre nach dem Max. (1848)
3. 1860 VIII 27 — Maximaljahr.

Besonders das letztgenannte Hagelwetter ist durch die ungeheueren Verwüstungen, welche es anrichtete, in Leipzig noch wohl bekannt. — Zwar wird es noch vieler Beobachtungen und Zusammenstellungen bedürfen, um die Thatsache einer elfjährigen Periode der Hagelfälle mit absoluter Sicherheit in die meteorologischen Handbücher einreihen zu können, allein die grosse Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines solchen periodischen Wech-

---

1) Bd. II p. 510.

sels geht meines Erachtens auch schon aus diesen kurzen Betrachtungen, welche ich durch ausführlichere Nachweisungen später noch zu erweitern hoffe, hervor. —

C. Regenmenge.

Ich gehe über zur Erörterung der Frage, ob der Betrag der jährlich fallenden Niederschläge (gewöhnlich kurz als Regenmenge bezeichnet) in einer bestimmten Periode steigt und fällt und ob diese Periode mit der Fleckenperiode Aehnlichkeit zeigt. Gerade diese Frage ist in den letzten Jahren ziemlich häufig Gegenstand einer Untersuchung gewesen — liegt doch auch ihre Bedeutung für die verschiedensten Verhältnisse des practischen Lebens auf der Hand! Ich erwähne nur die Untersuchungen von Meldrum[1]), Jelinek[2]), Celoria[3]) und Wolf[4]). In der Wolf'schen Abhandlung werden die vorgenannten Arbeiten von Meldrum und Celoria ausführlich erörtert. Es ist nun nicht meine Absicht, nach einander die genannten Abhandlungen zu discutiren und ihre Resultate zu erörtern, sondern ich will vielmehr nach geographischen Gesichtspunkten die wichtigeren Resultate zusammenstellen, welche sich aus jenen Arbeiten ableiten lassen. Daran werden sich eigene Untersuchungen anschliessen, welche besonders die Niederschlagsverhältnisse der mitteleuropäischen Sommermonate betreffen sollen.

Von jenen Bearbeitern unserer Frage sprechen sich Meldrum, Jelinek und Wolf für einen grösseren Betrag des Niederschlages in fleckenreichen Jahren aus; Celoria läugnet überhaupt jeden periodischen Wechsel. Dagegen ist mir durchaus keine Arbeit bekannt, deren Verfasser den fleckenarmen Jahren grössere Regenmengen zuschriebe. Es ist zu bedauern, dass im Allgemeinen so selten bei Mittheilungen über Regenhöhe angeführt wird, auf welche Weise die Niederschlagsmenge gemessen wurde. Bekanntlich übt die Art und der Ort der Aufstellung eines Regenmessers auf die Resultate einen nicht unerheblichen Einfluss aus, vor Allem seine Höhe über

1) Proc. of the R. S., Vol. 21.
2) Zeitschr. der österr. Ges. f. Met. VIII, p. 81.
3) Rendiconti del R. Istituto Lombardo Ser. 2, Vol. 6.
4) Astron. Mittheil. No. 34 und 35.

dem Erdboden. Man kann deshalb Angaben über Regenhöhen an verschiedenen Stationen, zumal wenn dieselben auch verschiedenen meteorologischen Beobachtungssystemen angehören, nicht ohne weiteres als vergleichbar und geeignet zu weiteren Discussionen ansehen. Erörterungen über den Character verschiedener Jahre an demselben Orte werden durch jenen Uebelstand natürlich weniger berührt.

Ich theile zunächst die wichtigsten, auf Stationen der südlichen Halbkugel erhaltenen Resultate mit, von welchen besonders die Beobachtungsresultate am Cap hervorzuheben sind. — Aus Australien haben wir längere Reihen von Adelaide und von Brisbane, der Hauptstadt von Queensland (u. A. von Jelinek a. a. O. mitgetheilt). Die Beobachtungen zu Adelaide umfassen die Jahre 1839 —1869. Es fielen während dieser Zeit in den fleckenreichsten und fleckenärmsten Jahren (3jährige Gruppen) folgende Regenmengen:

Tab. 99.

Min. 1844	1344 mm.	
Max. 1848	1848 -	Max. $= \frac{3363}{2} = 1681$
Min. 1856	1758 -	
Max. 1860	1515 -	Min. $= \frac{4605}{3} = 1535$
Min. 1867	1503. -	

nach Gruppen *A* und *B*:	A_1	1839—1843	2525, jährl. im Mittel:	505
	B_1	1844—1847	2290	572
	A_2	1848—1855	4773	596
	B_2	1856—1859	2094	523
	A_3	1860—1866	3684	526
	B_3	1867—1869	1366	455

Das Resultat ist hier ein ziemlich unsicheres, die Gruppen B_1 und A_3 sind geradezu unserer Annahme widersprechend. Dass überhaupt ein geringer Ueberschuss zu Gunsten der Maximalgruppen vorhanden ist, erkennt man allerdings noch, aber es ist doch nicht gerathen, grosses Gewicht auf diese Zahlen zu legen. Noch weniger deutlich ist ein regelmässiger Wechsel bei der Station Brisbane zu bemerken. Höchst auffällig tritt uns dagegen ein Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und Regenmenge (oder ein Parallelgehen beider Erscheinungen, wie man sich vielleicht richtiger ausdrücken kann) in den am Cap angestellten Beobachtungen entgegen. Aus den Originalzahlen, welche Wolf in englischen Zollen mittheilt und die ich in Millimeter verwandelt habe, ergiebt sich, dass von 1842 —1863 bei Anwendung dreijähriger Gruppen fielen:

	in Maximaljahren 682,7	mm.
	in Minimaljahren 566,0	
bei fünfjährigen Gruppen:	in Maximaljahren 693,9	mm.
	in Minimaljahren 574,5	

Ich stelle die interessanten Zahlen für die einzelnen Jahre in Fig. X graphisch dar.

Wir haben hier also:

Tab. 100.

Fleckenmaxima	Regenmaxima roh	Regenmaxima ausgegl.
1848	1850	1849
1860	1859	1860
Fleckenminima	Regenminima	
1844	1844	1845
1856	1854	1853

Mit Ausnahme des Minimums von 1856 ist die Uebereinstimmung eine fast vollständige, es kann noch hinzugefügt werden, dass nach Jelinek auch nach 1863 die beiden Curven noch harmoniren, die Zahlen für die einzelnen Jahre fehlten mir hierfür leider. Port Natal liefert ungünstige Resultate, die Beobachtungsperiode ist aber nur eine sehr kurze. Mauritius verhält sich unentschieden. Aus den Aequatorialgegenden haben wir nur wenige Reihen, welche zum Theil durchaus negative Resultate liefern. Es ist möglich, dass in der Nähe des Aequators die Erscheinung überhaupt schwächer hervortritt. Der günstigen Reihe von Madras, welche aber nur 6 Jahre umfasst, stehen die ungünstigen von Calcutta (18 Jahre) und Demerara (10 Jahre) gegenüber. Zur Erreichung sicherer Endresultate werden gerade in den Tropen die Beobachtungen noch sehr vermehrt werden müssen. Auch über die Verhältnisse Nordamerikas lässt sich gegenwärtig noch nicht endgültig entscheiden, ich gehe deshalb über zu den Beobachtungen an europäischen Stationen.

Jelinek hat in seiner obenerwähnten Abhandlung die mittleren Regenmengen Englands von 1815—1864 zusammengestellt und stets grössere Zahlen für die fleckenreichen Jahre erhalten, kleinere für die fleckenarmen. Wenn 100 als Normalwerth gesetzt wird, so waren die Abweichungen von demselben:

Tab. 101.

	Min. 1833	Max. 1837	Min. 1844	Max. 1848	Min. 1856	Max. 1860	Min. 1867
3jähr. Gruppe	— 2	— 2	— 3	6	— 7	5	7
5jähr. Gruppe	± 0	± 0	— 2	3	—14	1	6

Es lässt sich nicht läugnen, dass noch einzelne erhebliche Unregelmässigkeiten mit unterlaufen, so 1837, 1867, doch stimmen im Ganzen beide Erscheinungen deutlich überein. Jahre mit einer Niederschlagsmenge von mehr als 800 Mm. waren:

Tab. 102.

	1828, 1831,	1836, 1841,	1848, 1852,	1860
Fleckenmax.	1829	1837	1848	1860

Unter 650 Mm. hatten:

	1820, 1826,	1834,	1837,	1840,	1842, 1844,	1854, 1855, 1858,	1864
Fleckenmin.	1823	1833			1844	1856	1867 ?

Die Regenmaxima treten in der Regel später ein als die Fleckenmaxima, die Minima dagegen gehen den Fleckenminimis gern voraus. Jelinek giebt sodann noch eine lange Reihe von Stationen aus anderen Theilen Europas, von welchen ich nur einige wenige auswählen, und gleichzeitig die von Jelinek nicht besonders angegebene Abweichung vom Normalwerth (d. h. dem aus diesen Gruppen berechneten) hinzufügen will. Es sind wiederum 3jährige Gruppen gemeint. Beobachtungsperiode 1833—1867.

Tab. 103.

		1833	1837	1844	1848	1856	1860	1867
	Bremen	632	841	790	751	680	825	665
Abw. v. Mittel:	741	−109	100	−51	10	−61	84	−76
	Tilsit	595	658	674	625	617	719	930
—	688	−93	−30	−14	−63	−71	31	242
	Breslau	338	237	347	394	421	615	591
—	420	−82	−183	−73	−26	1	195	171
	Stuttgart	557	642	669	623	564	593	643
—	613	−56	29	56	10	−49	−20	30
	Prag	340	433	496	474	402	476	409
—	433	−93	± 0	63	41	−31	−43	−24
	Kremsmünster .	790	877	1042	1011	1019	986	1166
—	984	−194	−107	58	27	35	2	182
	Klagenfurt . . .	709	1034	1190	1085	825	887	979
—	958	−249	36	232	127	−133	−71	21
	Triest	—	—	1065	1030	1132	1019	989
—	1047	—	—	18	−17	85	−28	−58
	Mailand	974	1149	1226	1032	1068	942	817
—	1030	−56	119	196	2	38	−88	−213
	Petersburg . . .	293	456	517	428	338	416	580
—	433	−140	23	84	− 5	−95	−17	147
	Katharinenburg	—	396	357	405	215	281	449
—	367	—	29	− 9	38	−152	−86	82

Die Resultate dieser Tabelle sind nur theilweise günstig. Während z. B. 1833 durch eine sehr geringe Regenmenge scharf her-

vortritt, zeigen sich andere Gruppen ganz unentschieden, oder liefern sogar, wie 1867, vollständig negative Resultate. Die Tabelle beweist zugleich, wie verschieden selbst in Europa die Niederschlagsverhältnisse während einer solchen Jahresgruppe sein können. Zählt man die Resultate der einzelnen Gruppen und Stationen nach den positiven oder negativen Abweichungen ab, erhält man 42 günstige (Max. pos., Min. neg.) und 32 ungünstige (Max. neg., Min. pos.) Resultate, also im Ganzen doch ein Ergebniss, das noch nicht gestattet, bestimmte Sätze über einen periodischen Wechsel der Regenmenge des ganzen Jahres wenigstens für Europa auszusprechen. Man wird bemerkt haben, dass in der Tab. 103 die Zahlen für Mailand der Annahme eines Zusammenhanges zwischen Fleckenmenge und Regenmenge ganz besonders zu widersprechen schienen. Es liegt nun für Mailand noch die schon angeführte Untersuchung von Celoria vor, welche ebenfalls zu durchaus negativen Resultaten führte.

Wolf hat die Untersuchung Celoria's ausführlich discutirt und erweitert, doch gelang es auch ihm nicht, ein günstigeres Ergebniss zu erzielen. Er fand nämlich:

Fleckenarme Jahre (R. $<$ 10) haben i. M. 1023 $\pm$34 mm.
Fleckenreiche Jahre (R. $>$ 80) haben i. M. 923 $\pm$60 mm.
Regenarmen Jahren (Regenmenge $<$ 778 m.) entspricht i. M. 59,8 $\pm$ 9,0.
Regenreichen Jahren (Regenm. $>$1160 m.) entspricht i. M. 46,1 $\pm$8,3 als Relativzahl.

Man wird nicht läugnen können, dass diese Zahlen für die Annahme einer grösseren Regenmenge in fleckenreichen Jahren recht ungünstig lauten; man darf indessen nicht ausser Acht lassen, dass eben die Beobachtungen eines einzelnen Ortes die Sache nicht endgültig entscheiden können.

In der nächstfolgenden Nummer (35) seiner Mittheilungen giebt Wolf ferner recht interessante Reihen von Paris (1697—1754, 1773—1784), Upminster (1697—1714), Bordeaux (1714—1770, 1776—1784) und Zwanenburg (1743—1784), welche er in folgender Weise verwerthet: Er reducirt die Regenmengen der drei übrigen Orte durch Vergleichung von correspondirenden Jahren auf Paris und erhält so die Reihen: Paris, P_1, P_2 und P_3, dann bildet er aus diesen Zahlen (jedesmal 3 Stationen waren in demselben Jahre verwerthbar) das Mittel r, zieht dann von den r der einzelnen Jahre das Gesammt-

mittel R ab und erhält so die Reihe r_1 und durch Ausgleichung dieser r_1 wieder r_2. $\left(b = \frac{\frac{1}{2}a + b + \frac{1}{2}c}{2}\right)$ Wenn er die Curve dieser r_2 mit der Fleckencurve verglich, fand sich, dass zwischen 1723 und 1766 beide Curven ähnlich verliefen. Er macht aber ausdrücklich darauf aufmerksam, dass vor 1723 und nach 1766 eine Umkehrung eintrete. Für die Einzelheiten der ganzen Untersuchung muss ich auf Wolf's Abhandlung verweisen, nur die Summe der r (s. o.) für je 5 Maximal- und Minimaljahre (Wendejahr, 2 vorhergehende und 2 nachfolgende) sei noch angeführt, da hier die wechselnde Höhe der Zahlen beim Maximum und Minimum recht deutlich hervortritt (Wolf l. c. 35, 238).

Tab. 104.

Umkehrung	M	1705	= 2406 mm.
	m	1712	= 2639
	M	1718	= 2096
	m	1723	= 2018
	M	1727	= 2370
	m	1734	= 2143
	M	1738	= 2390
	m	1745	= 2173
	M	1750	= 2495
	m	1755	= 2310
	M	1761	= 2619
	m	1766	= 2373
	M	1770	= 2617
Umkehrung	m	1775	= 2427
	M	1779	= 2254

Aus diesen Zahlen des Professor Wolf fand ich für die M zwischen den beiden Strichen (also excl. der Umkehrungen)

$$\frac{12491}{5} = 2498 \pm 42{,}6$$

und für die m $$\frac{11017}{5} = 2203 \pm 49{,}8$$

$$2498 - 43 = 2455$$
$$2203 + 50 = 2253.$$

Es bleiben also auch mit Berücksichtigung des wahrscheinlichen Fehlers noch immer **202 Mm.** zu Gunsten der fleckenreichen Jahresgruppen übrig. Untersuchungen jener Reihen nach Massgabe der Gruppen A und B ergaben kein sicheres und mittheilenswerthes

Resultat. Immerhin scheinen mir doch die mitgetheilten Resultate und Tabellen weit mehr für als gegen die wirkliche Existenz eines Zusammenfallens flecken- und niederschlagsreicher Jahre zu sprechen, von einer Aufstellung bestimmter Sätze sind wir allerdings gerade hier noch ziemlich weit entfernt. Es ist auch durchaus nicht unmöglich, dass durch die früher erörterten periodischen Erscheinungen im Gebiete der Luftströmungen (der Wirbelstürme u. a., vgl. v. Freeden's Entdeckung p. 104) auch der Niederschlag, seine Menge und seine Vertheilung beeinflusst wird, so dass eine Gegend in fleckenreichen Jahren etwas regenreicher, eine andere gerade trockener ist. Hierauf aber jetzt schon näher eingehen zu wollen, wäre ebenso vermessen als nutzlos und ich ziehe es deshalb vor, mich jetzt zur Untersuchung der Niederschlagsverhältnisse der Sommermonate (und zwar speciell in Deutschland) zu wenden. Untersuchungen über dieses Problem sind wenigstens mit Bezugnahme auf die Sonnenflecken und ihre Periode bisher noch kaum unternommen worden und auch die nun folgenden Erörterungen sind durchaus nur als vorläufige anzusehen, da eine Verwerthung des Materials, welches sämmtliche deutsche Stationen bisher geliefert haben, über den Rahmen dieser Abhandlung ganz bedeutend hinausgehen würde und nur Gegenstand einer besonderen Arbeit sein kann. — Die Winter sind hier zunächst nicht berücksichtigt worden, da die Unterschiede der einzelnen Jahre und Jahresgruppen in Betreff der Regenmenge im Sommer klarer hervortreten. Eine spätere Behandlung der Wintermonate ist damit selbstverständlich nicht ausgeschlossen.

Der mitteleuropäische Sommer zeigt bekanntlich im Juni und Juli eine oft recht deutlich ausgesprochene Regenzeit[1]), welche dann im August, oft aber auch erst im September wieder einer trockeneren Periode weicht. Je nachdem nun jene Regenzeit länger oder kürzer währt, besonders intensiv auftritt oder nur schwach (auch wohl gar nicht) bemerkbar ist, reden wir von einem nassen oder trockenen Sommer. Dass die Menge der sommerlichen Niederschläge eine ganz ausserordentlich verschiedene in den einzelnen Jahren sein kann, lehrt ein Blick auf die Monatslisten einer beliebigen Station.

1) Vergl. u. A. Dove, Nichtperiodische Aenderungen etc. 7. (zusammenfassender) Band, p. 94 f.

Im Allgemeinen nimmt man an, dass die heissen Sommer vorwiegend trocken, kühle Sommer dagegen besonders nass sind (vgl. 1857, 1868; im Gegensatz zu 1816, 1860). Diese Regel erleidet aber noch eine Störung durch die Gewitterregen, welche oft in kurzer Zeit ganz bedeutende Quanta Wasser liefern können (vgl. 1858, Juli). Die Niederschlagsverhältnisse eines Sommers würden noch richtiger übersehen werden können, wenn gesondert angegeben würde, wie viel Millimeter auf Gewitterregen, und wie viele auf sogenannte Landregen zurückzuführen sind. Doch ist dies bisher nur selten geschehen. Immerhin bietet auch so eine Vergleichung der Niederschlagsverhältnisse verschiedener Sommer auf einer grösseren Reihe von Stationen bedeutendes Interesse und es wird sich zeigen, dass im Allgemeinen ein Zusammenhang zwischen Flecken- und Niederschlagsmenge gerade bei der sommerlichen Regenzeit entschieden hervortritt.

Bevor ich zu den Einzelheiten übergehe, sollen hier noch einige Bemerkungen Platz finden, welche zeigen, wie wenig Geltung die Beobachtungen ganz vereinzelter Orte gerade für diese Frage haben. Die Verschiedenheit der in einem Monat oder Jahre gefallenen Regenmengen ist auch bei ganz nahegelegenen Stationen und in der anscheinend so gleichförmigen norddeutschen Ebene eine überaus grosse. Vergleicht man z. B. Breslau mit Zechen [1]), so findet man, um ein ganz beliebiges Jahr herauszugreifen, für 1848 (Pariser '''):

Tab. 105.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Breslau	5,87	9,91	6,93	17,14	3,02	48,43	17,27	10,93	6,50	12,08	16,83	1,33
Zechen	9,66	24,66	17,09	22,20	10,11	34,17	22,07	12,13	17,67	25,39	17,29	2,86
Z.—B.	3,79	14,75	10,16	5,06	7,09	—14,26	4,80	1,20	11,17	13,31	0,46	1,53

oder für Jena und Arnstadt 1857 (Pariser '''):

Tab. 106.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jena	13,33	2,06	13,00	25,98	40,48	12,07	39,12	39,77	25,45	9,95	9,80	6,29
Arnstadt	10,24	0,37	10,99	21,38	32,89	10,02	22,13	44,42	6,96	10,75	8,34	0,58
A.—J.	—3,09	—1,69	—2,01	—4,60	—7,59	—2,05	—16,99	2,65	—18,49	0,80	—1,46	—5,81

Man sieht schon aus diesen Beispielen, dass die Unterschiede zweier Orte nicht im ganzen Jahre constant bleiben, vielmehr bald

1) Nördl. von Breslau, bei Guhrau.

der eine, bald der andere Ort grössere Regenmengen hat. Aber auch im vieljährigen Mittel gleichen sich die Unterschiede noch nicht aus. Nehmen wir z. B. die 23jährigen Mittel von Crefeld, Cöln und Bonn (alle aus der Preuss. Statistik XV, 2. Abthl.):

Tab. 107.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Crefeld	21,79	22,67	18,86	21,30	23,43	26,40	28,87	32,43	22,37	27,19	24,84	27,74
Cöln	18,94	16,47	17,59	19,84	21,63	24,90	29,20	30,52	19,78	22,35	20,75	22,47
Bonn	16,69	15,70	17,06	20,12	25,96	31,69	26,66	29,10	21,02	20,93	19,77	19,51

Noch auffallender ist ein von Dove in der Preuss. Statistik VI p. 55 f. mitgetheilter Fall. Ende Juli und Anfang August 1858 stand die Regenmenge von Schlesien bis nach dem Harz hin hoch über dem Mittel (bekannt sind die grossen Ueberschwemmungen jener Zeit), vom Harz bis gegen den Rhein nur wenig, westlich vom Rhein war sie normal. Die grosse Trockenheit des Sommers 1857 war nach derselben Quelle in Südfrankreich gar nicht zu bemerken, Marseille, Montpellier, Narbonne, Bayonne, Bordeaux hatten einen entschiedenen Regenüberschuss, während Paris, Lille, aber auch schon Dijon, Lyon, Nantes und sogar Toulouse erheblich zu trocken waren. Ich gebe nun auf Grund der Zahlen der Preuss. Statistik (XV, 2. Abthl.) eine Anzahl Beobachtungsreihen aus den meisten Gegenden Deutschlands über die sommerliche Regenmenge. Da es sich hier nur um Differenzen der einzelnen Jahre handelt, konnte das Originalmaass (Pariser ‴) beibehalten werden.

In der folgenden grösseren Tabelle (108) findet sich die Regenmenge der einzelnen Sommer (Juni, Juli, August) zusammengestellt. Eine kleinere Tafel (109) giebt die Regenmengen zu Breslau von 1798—1819 ebenfalls in den genannten Monaten und schliesst sich damit an die 2. Spalte der grösseren Tafel an. Es sind nun am Rande die Jahre der Gruppe *A* (Max.—Min.) durch eine ausgezogene Linie, die der Gruppe *B* (Min.—Max.) durch eine punktirte Linie bezeichnet. In den einzelnen Spalten bezeichnet ein ausgezogener schwarzer Strich neben der Zahl, dass der betreffende Sommer zu nass (über dem Mittel), ein punktirter Strich, dass er zu trocken (unter dem Mittel) war. Uebereinstimmung des Randstriches und der Einzelstriche ist daher der Annahme eines parallelen Ganges der Regencurve mit der Fleckencurve günstig, Nichtübereinstimmung ungünstig.

Tab. 108.

Gruppe.	Jahr.	Tilsit.	Breslau.	Lübeck.	Bremen.	Freiberg.	Arnstadt.	Stuttgart.	Metz.
	1820	137,64	—	—	—	—	—	—	—
A	1821	83,04	78,34	—	—	—	—	—	—
	1822	45,00	52,92	—	—	—	—	—	—
	1823	82,08	50,00	—	—	—	—	—	—
	1824	80,76	56,67	—	—	—	—	—	—
B	1825	70,80	68,76	—	—	—	—	81,07	54,78
	1826	22,44	51,17	—	—	—	—	99,80	44,07
	1827	75,72	92,08	—	—	—	69,27	103,58	43,05
	1828	107,64	96,41	—	—	—	93,11	71,52	95,68
	1829	67,32	149,59	—	—	135,60	62,16	93,10	131,66
A	1830	106,80	92,92	—	162,50	113,91	126,96	140,59	130,02
	1831	89,76	110,42	—	31,50	169,41	77,95	125,07	117,95
	1832	111,48	58,58	—	97,50	114,84	85,26	79,51	52,30
	1833	99,56	126,42	—	44,00	135,71	90,96	115,68	90,12
B	1834	31,08	27,68	—	82,00	151,62	102,81	72,78	89,06
	1835	43,44	30,20	—	56,00	128,71	46,44	63,70	50,01
	1836	69,72	15,10	—	106,50	69,52	41,06	75,15	86,00
	1837	68,64	31,90	—	119,50	93,98	93,71	101,79	82,76
	1838	145,44	48,90	—	188,00	146,60	80,77	84,93	71,69
	1839	132,00	68,70	—	105,00	89,18	91,24	65,54	53,16
A	1840	122,28	82,11	51,41	85,50	63,36	46,20	97,06	58,69
	1841	95,28	98,82	130,82	163,00	148,43	128,26	107,18	99,65
	1842	84,48	20,32	52,52	100,00	37,56	38,75	58,42	65,77
	1843	86,88	75,97	86,60	134,00	102,29	87,47	84,90	98,97
	1844	177,60	73,85	91,61	108,00	80,27	74,74	103,13	105,82
B	1845	68,76	46,65	124,19	107,00	91,91	105,53	122,19	101,87
	1846	108,00	39,16	83,81	65,00	87,42	49,46	75,10	61,85
	1847	120,02	101,69	50,50	48,00	73,50	135,09	128,73	99,65
	1848	70,08	76,63	105,33	162,00	71,93	79,02	89,29	126,00
	1849	146,64	56,53	76,23	79,50	63,31	50,29	79,47	97,55
	1850	107,04	88,81	69,27	102,50	95,13	118,43	132,15	—
A	1851	124,08	70,29	86,90	124,00	83,24	96,66	163,20	—
	1852	146,52	46,21	57,85	56,00	83,21	89,37	151,04	—
	1853	189,12	104,81	105,12	111,00	117,13	80,39	109,99	—
	1854	124,68	165,78	—	89,50	176,88	97,94	91,58	—
	1855	132,96	79,05	217,80	165,00	94,12	112,08	99,12	—
	1856	90,36	68,83	298,96	124,00	126,67	79,19	111,92	—
B	1857	64,28	95,48	48,34	74,00	109,66	76,57	84,05	—
	1858	84,12	163,38	76,43	92,00	150,62	117,06	65,00	—
	1859	51,12	80,14	96,29	58,00	59,24	79,12	64,71	—
	1860	119,76	147,86	141,89	132,00	141,78	103,76	97,04	—
	1861	126,72	104,76	140,28	195,00	134,55	68,45	85,63	—
	1862	129,60	100,90	76,38	116,00	—	142,71	114,61	—
A	1863	114,96	57,76	74,65	103,00	—	89,74	68,57	76,24
	1864	115,20	76,41	101,08	98,00	86,87	108,03	89,33	70,91
	1865	113,16	134,00	49,55	68,00	110,00	45,34	—	75,41
	1866	136,96	91,17	105,60	51,50	128,32	73,27	133,12	107,56
	1867	142,80	80,58	114,77	—	87,48	51,84	101,95	69,16
B	1868	58,08	91,42	57,89	—	58,14	—	81,42	60,42
	1869	98,08	76,42	73,87	—	94,59	45,44	65,00	46,86
A	1870	86,24	101,51	115,74	—	162,04	101,52	127,41	—
	Mittel:	106,92	69,87	89,00	102,22	104,99	83,87	96,69	81,06

Tab. 109.

Breslau 1799—1819.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1790	—	—	—	—	—	—	—	—	—	94,08
1800	52,33	78,66	44,25	27,09	29,58	25,24	18,16	30,84	66,27	24,91
1810	30,83	28,33	62,58	36,66	39,16	62,50	74,33	50,50	20,34	75,83

Die Gruppe *A* umfasst von 1820 an im Ganzen 198 Beobachtungssommer, davon waren zu nass (ausgezogene Linie in der Tab.) 115, zu trocken (punktirt in der Tab.) 83. Von den 130 Beobachtungssommern der Gruppe *B* dagegen zu nass: 52, zu trocken: 78. Die Gesammtzahl der Beobachtungssommer ist = 328. Von diesen 328 waren zu nass 167, zu trocken dagegen nur 161.

Da die Zahl der Sommer in der Gruppe *A* = 198 ist, hätten bei gleichmässiger Vertheilung auf die Gruppe *A* 97,2 trockene und 100,8 nasse Sommer fallen müssen.

Es waren aber: 83 Sommer zu trocken und 115 zu nass,
also: 14 zu wenig 14 zu viel.

Ebenso hätten auf die 130 Sommer der Gruppe *B* 66,2 nasse und 63,8 trockene Sommer fallen müssen.

Es waren aber: 52 Sommer zu nass und 78 zu trocken,
also: 14 zu wenig 14 zu viel.

Man sieht also, dass die nassen und trockenen Sommer nicht regellos über die Gruppen *A* und *B* vertheilt waren, sondern dass die Gruppe *B* eine grössere Anzahl trockener Sommer (bei Zusammenfassung aller Stationen), die Gruppe *A* dagegen eine grössere Anzahl nasser Sommer zählte, als ihr eigentlich zukam. Man erhält ein ganz entsprechendes Resultat, wenn man die Perioden *A* und *B* einzeln durchgeht. Wären die nassen und trockenen Sommer gleichmässig verstreut, müsste in den einzelnen Gruppen (die Länge derselben schwankt zwischen 3 und 8 Jahren, die Zahl der betreffenden Beobachtungssommer zwischen 20 und 57) die Zahl der trockenen Sommer von der der zu nassen um 0,4 bis 1,1 übertroffen werden. Das ist aber keineswegs der Fall. Betrachten wir zunächst Gruppe *A*:

Tab. 110.

Gruppe.	Jahre.	Zahl der Beob. Sommer.	trocken.	nass.	Ueberschuss der zu nassen Sommer.
A_1	1820—1822, 1829—1832	32	14	18	4
A_2	1837—1843	53	29	24	— 5
A_3	1848—1855	57	22	35	13
A_4	1860—1866, 1870	56	18	38	20

Es liefert also nur die Gruppe A_2 ein ungünstiges Resultat.

Die Gruppe B verhält sich folgendermassen:

Tab. 111.

Gruppe.	Jahre.	Sommer.	trocken.	nass.	U.*)
B_1	1823—1828	22	15	7	8
B_2	1833—1836	28	17	11	6
B_3	1844—1847	32	15	17	— 2
B_4	1856—1859	28	17	11	6
B_5	1867—1869	20	14	6	8

*) U = Ueberschuss der zu trockenen über die zu nassen Sommer.

Auch hier ist es nur die Gruppe B_3, welche ein unserer Annahme widersprechendes Ergebniss liefert, alle übrigen zeigen ein Ueberwiegen der trockenen Sommer. Wenn nun auch nicht zu läugnen ist, dass eine solche zusammenfassende Behandlung der Regenmengen von verschiedenen Stationen ungewöhnlich und vielleicht nicht ohne Bedenken ist, so war doch das Resultat dieser Discussion ein so entschiedenes, dass ich glaubte, einiges Gewicht darauf legen zu dürfen. Ich füge noch ein Verzeichniss der regenreichsten und der regenärmsten Sommer an den aufgeführten Stationen hinzu:

Tab. 112.

1	nass. 2	Fl.-Max. 3	Gruppe. 4	trocken. 5	Fl.-Min. 6	Gruppe. 7
Tilsit	1853	1848	*A*	1826	1823	*B*
	1844		*B*	1834	1833	*B*
	1849	1848	*A*	1822	1823	*A*
Breslau	1854	1848 ?	*A*	1836	1833 ?	*B*
	1858*)		*B*	1842	1844	*A*
	1829	1829	*A*	1834	1833	*B*
Lübeck	1856		*B*	1857	1856	*B*
	1855		*A*	1865	1867	*A*
	1860	1860	*A*	1847		*B*
Bremen	1861	1860	*A*	1831		*A*
	1838	1837	*A*	1833	1833	*B*
	1855		*A*	1847		*B*
Freiberg	1854		*A*	1842	1844	*A*
	1831	1829	*A*	1868	1867	*B*
	1870	1870	*A*	1859		*B*
Arnstadt	1861	1860	*A*	1842	1844	*A*
	1847	1848 ?	*B*	1836		*B*
	1841	1837 ?	*A*	1865	1867	*A*
Stuttgart	1851	} 1848	*A*	1842	1844	*A*
	1852		*A*	1835	1833	*B*
	1866		*A*	1859		*B*
Metz	1829	} 1829	*A*	1827	} 1823 ?	*B*
	1830		*A*	1826		*B*
	1848	1848	*A*	1869		*B*
		In Summa 20 *A*, 4 *B*.			In Summa 8 *A*, 16 *B*.	

1 = Stationsname — 2 = nasse Sommer — 3 = entsprechendes Fleckenmaximum. Mit ?, wo eine Vergleichung zu gewagt scheint — 4 = Gruppe, welcher jenes nasse Jahr angehört — 5 = trockene Sommer — 6 = entsprechendes Fleckenminimum — 7 = Gruppe des trockenen Sommers.

*) s. oben p. 142.

Auch diese Tabelle bestätigt entschieden das Vorwiegen trockener Sommer in der Gruppe *B* und regenreicher in der Gruppe *A*. Als sehr regenreiche Sommer machen sich besonders die von 1829, 1830, 1848, 1853, 1854, 1855, 1860, 1861 bemerklich. Sehr trocken waren 1822, 1826, 1832, 1833, 1834, 1835, 1842, 1857, 1859, 1865. Ueber die ungewöhnliche Regenmenge des Sommers 1858 in Schlesien, welche sich in der hohen Zahl für die Station Breslau ausspricht, wurde schon oben gesprochen. Eine Erörterung über den Betrag der Regenmenge lag, wie schon bemerkt, vorläufig nicht in meiner Absicht. — Kaum weniger interessant als der eben behandelte Gegenstand sind Untersuchungen über die Anzahl der

Regentage. Ich hatte eine längere Zusammenstellung[1]) nach Fleckenperioden und nach den Gruppen *A* und *B* geordnet und dann auf einen Zusammenhang mit der elfjährigen Periode geprüft, muss indessen gestehen, dass die Resultate wenig befriedigend waren. Es stellte sich zwar eine etwas grössere Anzahl von Regentagen für fleckenreiche Jahre (resp. die Gruppe *A*) heraus, doch wurde das Gewicht der Differenz durch den Betrag des wahrscheinlichen Fehlers illusorisch gemacht. Bemerkenswerth ist es mir dagegen erschienen, dass die Zahl der Regentage am Ende des vorigen und am Anfange des laufenden Jahrhunderts eine ungewöhnlich hohe war, dann aber absank und sich erst von 1850 an wieder mehr erhob. Z. B. zeigt Trier[2]) mehr als 200 Regentage in den Jahren 1786, 1787, 1789, 1791, 1801, 1804, 1806, 1807, 1808, 1809, 1812; dann aber erst wieder 1844 und 1851 bis 1855 alljährlich. Die Anzahl der Regentage betrug in den einzelnen Lustren resp. Decennien von 1783—1855 in Trier:

Tab. 113.

1783—1787	928	1783—1792	1954
1788—1792	1026	1788—1797	1964
1793—1797	938	1793—1802	1902
1798—1802	964	1798—1807	1991
1803—1807	1027	1803—1812	2015
1808—1812	988	1808—1817	1815
1813—1817	827	1813—1822	1578
1818—1822	751	1818—1827	1575
1823—1827	824	1823—1832	1668
1828—1832	844	1828—1837	—
1833—1837	—	1833—1842	—
1838—1842	785	1838—1847	1581
1843—1847	796	1843—1852	1757
1848—1852	961	(1848—1855	1593)
(1853—1855	632)		

Auch eine gesonderte Betrachtung der Regentage des Sommers führte nicht zu mittheilenswerthen Resultaten. Es wäre interessant, wenn längere Beobachtungsreihen auch über die Anzahl der Stunden Aufschluss gäben, während welcher Regen gefallen ist. Dividirt man dann mit der Anzahl dieser Stunden (oder besser Viertelstunden) in die monatliche Regenmenge, so erhält man einen annähernden Maassstab für die Dichtigkeit des Regens und kann

1) Aus den Resultaten der preuss. met. Beobb. 1848—1857 (welche aber auch frühere Reihen enthalten), Berlin 1858.

2) Resultate der Beobb. des preuss. met. Inst. von 1848—1857, Berlin 1858.

beurtheilen, ob die niedergefallene Wassermenge auf Gewitterregen oder Landregen zurückzuführen ist. Im 6. Hefte der »Preuss. Statistik« (1864) findet sich auf p. 57 eine von dem eifrigen Beobachter Gube in Zechen bei Guhrau zusammengestellte Tafel, welche die durchschnittliche Zeitdauer des Regens[1], sowie die Regenmenge und die Dichtigkeit des Regens für den Tag und die Nacht für alle Monate des Jahres nach mehrjährigen Beobachtungen angiebt. Doch sind auch hier die Zahlen für die einzelnen Jahre nicht mitgetheilt, wie mir überhaupt längere derartige Beobachtungsreihen noch nicht bekannt geworden sind. —

D. Wasserstände einiger Seen und Flüsse: periodische Verschiebungen der Alpengletscher.

Die Wasserstände grosser Seebecken, besonders wenn sie nicht in der Nähe von Schneegebirgen befindlich sind, können uns offenbar einen Anhalt geben zur Beurtheilung der grösseren oder geringeren Wassermenge, welche in den letztvorhergegangenen Monaten auf den Zuleitungsbezirk des betreffenden Binnengewässers niedergefallen ist. Gute Objecte für solche Beobachtungen sind z. B. die grossen nordamerikanischen Seen, deren periodisches und nichtperiodisches Steigen und Fallen bereits mehrfach untersucht wurde. Aber auch in Europa würden sich die grossen Seen im nordwestlichen Russland und auch einzelne grössere Seen auf der preussisch-pommerschen Seenplatte recht gut dazu eignen (Spirding, Müritz u. a.). Im Ganzen fehlt es jedoch noch sehr an Beobachtungen dieser Art. Oefter wurden die Wasserstände einiger Schweizerseen, besonders des Genfer, untersucht, aber es ist leicht einzusehen, dass die Nähe der Zuschuss liefernden Schneegebirge das Resultat sehr beeinflussen muss. Gerade in sehr trockenen und heissen Sommern schmelzen die Gletscher und Firnfelder mehr ab und ersetzen dadurch den an der gewöhnlichen Niederschlagsmenge fehlenden Betrag. Aehnlich verhält es sich mit dem Bodensee, nur dass hier die *nicht* von Gletschern abhängigen Flüsse und Bäche

1) D. h. die mittlere Anzahl der Stunden, während welcher in dem betr. Monat Regen fiel.

des deutschen Ufers, sowie des schweizerischen Hügellandes auch wohl einigen Einfluss ausüben können. Ob dieser Einfluss hinreicht, die durch die Gletscher veranlassten Schwankungen im Wasserstande des Rheines zu compensiren, ist noch nicht untersucht worden. In Ermangelung irgend genügender Beobachtungsreihen von europäischen Seen muss ich mich darauf beschränken, nach der Ztschr. der öst. Ges. f. Met. (1874 No. 11) einige Notizen Dawson's über den mittleren Wasserstand der canadischen Seen mitzutheilen. Dawson fand als Jahresmittel:

Tab. 114.

	α) Min.			β) Max.			γ) Min.		
	1855	1856	1857	1859	1860	1861	1866	1867	1868
	17,8	20,6	27,5	28,6	18,3	27,4	9,3	19,7	4,6
Mittel:	21,7			24,7			11,2 m.		

Mittel β = 24,7 m.
- α und γ = 16,4 -

Grosse Bedeutung darf man diesen Zahlen aber nicht beilegen, da sie einmal einen sehr kurzen Zeitraum umspannen, dann aber auch die Fortlassung der mittleren Jahre die Sache unklar macht. Auch weicht das Mittel 1859—1861 von dem Mittel 1855—1857 doch zu wenig ab, erst 1866—1868 zeigt sich eine schärfer hervortretende Differenz. —

Zahlreicher sind die vorhandenen (wenn auch oft schwer zugänglichen) Beobachtungsreihen über die Wasserhöhen der Flüsse. Schon die Interessen der Flussschifffahrt verlangen eine sorgfältige Registrirung der Pegelhöhen wenigstens der zur Schifffahrt benutzten Flüsse. Uebrigens ist wohl nicht ganz ausser Acht zu lassen, dass menschliche Einwirkungen (Bau von Fluthcanälen, Abschneidung von Nebenarmen) den Wasserstand selbst eines grösseren Flusses entweder auf die Dauer oder zeitweilig verändern können. Arago giebt (16, 423) eine Uebersicht der mittleren Wasserstände der Seine bei Paris von 1732—1858. Die Originalzahlen können hier selbstredend nicht wohl mitgetheilt werden, ich will nur einige interessante Zahlen und Thatsachen anführen, welche sich bei einer Discussion der Tafel Arago's ermitteln liessen. Der mittlere Wasserstand erhob sich über 1,50 M. in den Jahren:

Tab. 115.

	1735, 1740, 1751, 1756, 1760, 1764, 1769, 1770, 1771, 1772, 1774, 1787, 1789, 1792, 1799
Sonnenfleckenmax.	1738 1750 1761 1770 1788
Wasserstand:	1801, 1802, 1806, 1809, **1816**, 1817, 1824, 1836, 1837, 1839, 1841, 1845, 1846, 1853, 1855, 1856.
Sonnenfleckenmax.	1804 1816 1837

sank dagegen unter 0,50 im Jahre 1858 und erhob sich nicht über 1,00 in den Jahren:

Tab. 116.

	1732, 1733, 1736, 1742, 1743, 1748, 1750, 1761, 1762, 1766, 1767, 1781, 1785, 1790, 1794.
Sonnenfleckenmin.	1734 1745 1766 1784
Wasserstand:	1800, 1803, 1813, 1815, 1819, 1822, 1826, 1832, 1834, 1835, 1842, 1857.
Sonnenfleckenmin.	1823 1833 1844 1856.

Die hier nicht aufgeführten Jahre hatten einen Wasserstand von 1,00 bis 1,50 M.

Die Jahre mit hohen Wasserständen fallen, wie man sieht, durchaus nicht genau mit Fleckenmaximis zusammen, nichtsdestoweniger sind in vielen Fällen die fleckenreichen Jahre durch hohe Wasserstände ausgezeichnet, am deutlichsten 1836—1841. Ebensowenig lässt sich ein regelmässiges Zusammenfallen fleckenarmer Jahre mit niedrigen Wasserständen aus dieser Vergleichung ableiten, doch springen immerhin die fleckenarmen Jahre 1766, 1822, 1832, 1857—1858 aus der Reihe der übrigen Jahre durch sehr niedrige Zahlen hervor. Vergleichungen der Gruppen *A* und *B*, sowie 3jähriger Maximal- und Minimalgruppen ergaben etwas höhere Wasserstände für die Gruppen *A* und die Maximalgruppen, doch blieben die Differenzen sehr geringfügig. Man wird somit aus den Wasserständen der Seine keine irgendwie deutlich erkennbare Uebereinstimmung mit der Fleckenperiode ableiten können. In der »Vierteljschr. der natf. Ges. in Zürich« hat Professor Fritz im 19. Jahrg. p. 71 ff. eine Untersuchung über die Pegelhöhen der europäischen Ströme in verschiedenen Jahren veröffentlicht. Er verglich die Wasserstände des Rheins bei Germersheim und Emmerich, der Elbe bei Magdeburg, der Oder bei Küstrin, der Weichsel bei Kurzebrack, der Donau bei Orsova und auch der Seine bei Paris. Das Endergebniss, zu welchem ihn seine Untersuchungen führten, ist in der folgenden kleinen Tabelle von ihm zusammengefasst:

Tab. 117.

Jahre mit grossen Wasserständen.	Sonnenfleckenmaximum.	Jahre mit kleinen Wasserständen.	Sonnenfleckenminimum.
1785	1779	1793	1798 ?
(1797)	(Kein Max., Wasser erreichte nicht das Mittel.)	1801	
1809	1804	1810	1810
1816	1816	1824	1823
1829	1829	1834	1833
1838	1837	1842	1844
1845	1848 ?	1864	1867 ?
1853			
1869	1870		

Diese Tabelle giebt mir noch zu einigen Bemerkungen Anlass. Professor Fritz findet, dass die beiden Reihen von 1785 bis 1844 fast parallel laufen, dass aber von da an eine Umkehrung eintritt. Ich finde aber eine Umkehrung in den letzten Jahrzehnten doch nicht so deutlich ausgesprochen. Wenn man bedenkt, dass das Maximum der Kälte, der Regenmenge etc. erst mehrere Jahre nach dem Fleckenmaximum eintritt, passt auch 1853 noch ganz gut zum Maximum 1848. Von hier an wird die Erscheinung allerdings undeutlich und erst von 1860 an scheint räthselhafter Weise wirklich eine Umkehrung einzutreten, die um so auffallender ist, als man z. B. nach dem allerorten so heissen und trockenen Jahre 1868 für 1869 viel eher sehr niedrige Wasserstände erwarten sollte. So räthselhaft diese Umkehrung auch ist, so möchte ich doch auch nicht das Wasserstandsmaximum 1869 mit dem Sonnenfleckenmaximum 1870, und das Wasserstandsminimum 1864 mit dem Sonnenfleckenminimum 1867 in Verbindung setzen, da ein so starkes Vorauseilen des Wendepunktes der irdischen Erscheinung gerade beim Minimum sonst ohne Beispiel ist. Zur völligen Klarstellung dieses Problems genügt aber auch diese Zusammenstellung noch nicht und man wird sich bis zur Anstellung von noch umfassenderen Untersuchungen (wozu freilich das Material schwer zu beschaffen sein möchte) mit den bisher gewonnenen ziemlich dürftigen Resultaten begnügen müssen.

An dieser Stelle werden sich am passendsten einige Bemerkungen über die Veränderungen in der Ausdehnung der Alpengletscher einfügen lassen. Bekanntlich ist die Ausdehnung der Gletscher durchaus nicht immer die gleiche, vielmehr ziehen sich

dieselben zeitweise ganze Strecken zurück und lassen so Stellen wieder frei werden, welche lange mit Eis bedeckt waren, bald schreiten sie vor und überziehen vorher freie Stellen des Thalbodens. Es ist nun wohl zu beachten, dass nicht alle Gletscher gleichzeitig vorrücken oder zurückweichen, vielmehr die Einen Terrain verlieren, während Andere wachsen. Eine Vergleichung der Gletscherbewegungen mit der Fleckenperiode erscheint somit sehr erschwert. Nichtsdestoweniger hat es Professor Fritz versucht, wenigstens die Jahre eines allgemeinen verbreiteten Vorrückens und Zurückweichens zusammenzustellen und mit der elfjährigen Periode zu vergleichen[1]. Er erhielt folgende Zahlen:

Tab. 118.

Maxima.		Minima.	
Gletscher.	Sonnenflecken.	Gletscher.	Sonnenflecken.
1595—1600	1596	1767	1766
1609	1606	1811	1810
1636	1639	1822	1823
1677	1675	1834	1833
1710	1705	1842	1844
1732	1727	1853	1856
1736	1738	1866	1867
1771	1769		
1786	1788 *)		
1818	1816		
1828	1829		
1839	1837		
1850	1848		

*) Fritz hat 1785; vermuthlich ein Druckfehler, 1785 fiel nur ein Jahr nach dem Minimum.

Wenn nun auch einzelne Uebereinstimmungen (besonders bei den Minimis) recht auffallend sind, so ist doch ein durchgängiges Parallelgehen der Jahre mit Gletscher- und Fleckenmaximis (resp. Minimis) aus dieser Tabelle entschieden noch nicht abzuleiten. Auch möchte es bedenklich erscheinen, das Minimum 1853 mit dem erst 3 Jahre später eintretenden Fleckenminimum in Verbindung zu setzen. Immerhin kann diese Zusammenstellung noch als Beleg für eine (wenn auch schwach erkennbare und oft verwischte) Ab-

1) Vierteljahrsschrift der naturf. Gesellsch. in Zürich, XVII, 237.

spiegelung der Fleckenperiode in den periodischen Veränderungen der Gletscher gelten. Speciellere Untersuchungen des Verhaltens der einzelnen Gletscher lassen hier noch manches interessante Ergebniss erwarten. Uebrigens deuten manche Spuren[1]) darauf hin, dass die Veränderungen der Gletscher auch noch eine Periode von mehreren Jahrhunderten enthalten müssen; vielleicht lässt sich diese grössere Periode noch einmal mit der neuerdings von Fritz entdeckten 222jährigen Nordlicht- (und also auch Flecken-) periode in Zusammenhang bringen.

Im ersten Abschnitt wurden Herschel's Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Sonnenflecken und Kornpreisen kurz erörtert (p. 18 f.). Da gegenwärtig wieder von mehreren Seiten ähnliche Vergleiche zwischen der Fleckenperiode und gewissen Erscheinungen des Pflanzen- und Thierlebens angestellt werden, wird es nöthig sein, auch auf diese neueren Untersuchungen und ihre Bedeutung etwas einzugehen. Zunächst noch einige Worte über die Beziehungen zwischen Fleckenmenge und den allgemeinen Ernteergebnissen eines Jahres.

E. Ernteergebnisse, Weinjahre.

Im Ganzen übt die Menge und die Vertheilung der sommerlichen Niederschläge nächst der Luftwärme den grössten Einfluss aus auf das Gedeihen der Getreidearten und der Culturgewächse überhaupt, wenn wir nicht sogar den Niederschlägen ein noch grösseres Gewicht als der Lufttemperatur beilegen müssen. Dies ist auch der Grund, weshalb diesen Erörterungen gerade in dem Abschnitte über Hydrometeore eine Stelle angewiesen ist. Man sollte also glauben, dass der gesammte Ernteertrag eines Sommers die Stellung des betreffenden Jahres in der elfjährigen Periode ganz gut wiederspiegeln müsse; dass also Maximaljahre (weil, wie früher gezeigt wurde, meist nass und kalt) eine schlechte, Minimaljahre (trocken und warm) eine gute Ernte liefern müssten. In den trockenen Jahren werden aber die Culturpflanzen in der Regel wieder durch andere Einflüsse (Beschädigungen durch Insecten, Mäuse

1) Vergl. Müller, Kosm. Phys. 3. Aufl., p. 485—489.

etc.) so geschädigt, dass sich eine bestimmte Regel in dieser Beziehung ganz und gar nicht aufstellen lässt, zumal auch noch locale Erscheinungen (Hagelwetter, Heuschreckenzüge) den Ertrag der Ernte eines Jahres sehr herabdrücken und so die sonst günstigen Verhältnisse compensiren können. Im Grossen und Ganzen lässt sich aber doch behaupten, dass die trockenen und warmen Jahre, sofern sie nur nicht (wie u. a. 1846) in fast völliger Regenlosigkeit verlaufen, von grösserer Fruchtbarkeit sind als die kühlen und nassen. Will man durchaus eine Beziehung zur Fleckenperiode constatiren, so geht meine Ansicht dahin, dass die neutralen Jahre von mittlerer Fleckenmenge die günstigsten sind, da in diesen, wie es vielfache Beispiele beweisen, kalte und warme Witterung, Trockenheit und Regen in regelmässiger und für die Entwicklung der Pflanzen wohlthätiger Reihenfolge auf einander folgen. Sucht man dagegen nach specielleren Uebereinstimmungen, so ist das entschieden unberechtigt und ohne wirklichen Halt. Wenn Herschel auf Vergleichungen zwischen Kornpreisen und Sonnenflecken kam, so war das als der erste Versuch, specielle Erscheinungen der Erde mit den Umwälzungen, welche auf der Sonne vor sich gehen, in Verbindung zu bringen, bedeutungsvoll und anerkennenswerth. Gegenwärtig ist es uns aber bereits gelungen, eine so grosse Anzahl von Beziehungen (seien diese unmittelbar oder mittelbar) zwischen der Fleckenperiode und meteorologischen und sonstigen Erscheinungen auf der Erde mit Sicherheit nachzuweisen, dass wir auf eine so vage und undeutliche Correspondenz zwischen Sonne und Erde, wie wir sie in den wechselnden Ergebnissen der Ernte erblicken, recht wohl verzichten können.

Neben den Ernteerträgnissen waren es besonders die guten und schlechten Weinjahre, welche zu vielfachen Erörterungen Anlass gegeben haben. Bekanntlich erfordert der Weinstock zu seinem Gedeihen vorzüglich anhaltende Wärme und auch anhaltende Trockenheit. Diese beiden Erfordernisse sind aber, wie ich wenigstens einigermassen wahrscheinlich gemacht zu haben hoffe, in den auf das Fleckenminimum folgenden Jahren (Gruppe *B*) am häufigsten vorhanden. Wenn daher auch die sogenannten guten Weinjahre in den Jahren, welche zunächst auf das Minimum folgen, am häufigsten sind, so haben wir nach meiner Ansicht gar keinen

Grund, diese Thatsache irgendwie auffallend zu finden. Ein näheres Eingehen auf die Verhältnisse der einzelnen Jahre ist hier nicht am Platze; wie klar aber die Uebereinstimmung bisweilen auftritt, zeigt nachstehende Vergleichung.

Tab. 119.

Berühmte Weinjahre:	1783	1811	1822	1834	1846	1857 1858 1859	1865 1868
Fleckenminima:	1784	1810	1823	1833	1844	1856	1867

Aus früherer Zeit:	Weinjahre:	1611	1634
	Minima:	1610	1634

Von ganz besonders schlechten Jahren erwähne ich nur 1740, 1816, 1860 (Fleckenmax. 1738, 1816, 1860). Uebrigens ist auch in manchen Weingegenden der Glaube schon seit alter Zeit herrschend, dass eine wirklich gute Weinernte sich erst nach etwa 10 Jahren wiederholt, was denn auch für die Richtigkeit jener Zusammenstellung sprechen würde. Von Interesse ist noch eine von Wolf angeführte Notiz des Professor Tomaschek in Wien, wonach in Maulern bei Wien in fleckenreichen Jahren die Weinernte im Mittel October **7,2**; in fleckenarmen dagegen schon October **2,6** beginnen soll, also 5 Tage früher. Die weitere Ausführung dieses Gegenstandes ist Sache der Landwirthe und Oenologen.

F. Heuschreckenzüge.

Auch im Thierreich findet sich eine Erscheinung, welche in recht auffallender Weise von der Fleckenperiode abhängig ist. Ich meine die Heuschreckenschwärme, welche zeitweise aus dem Orient, ihrem eigentlichen Vaterlande, hervorbrechen und ganz Europa bis an den atlantischen Ocean überziehen. Es liegt auf der Hand, dass dem Fortkommen dieser Schwärme in Ländern, welche von ihrem eigentlichen Vaterlande klimatisch sehr verschieden sind, heisse und besonders trockene Jahre (wegen der Brut) recht förderlich sein müssen. Umgekehrt werden nasse und kühle Jahre dem Weiterschreiten der Heuschrecken bald ein Ziel setzen und ihre Schaaren aufreiben. Herr Dr. W. Köppen in Hamburg hatte die grosse Freundlichkeit, mir einige hierauf bezügliche Zahlen zu übersenden, welche er einer in russischer Sprache erschienenen Abhandlung seines Bruders über die Wanderheuschrecke entnommen hat. Er

fügt noch hinzu, dass jene Zusammenstellungen gemacht wurden, lange bevor man an Beziehungen zwischen Heuschrecken und Sonnenflecken irgend dachte.

In der folgenden Tabelle sind nach der angeführten Quelle die Jahre mit Heuschreckenzügen angegeben; Jahre mit besonders starkem Auftreten sind durch **fette Zahlen** hervorgehoben, ʌʌ = Sonnenfleckenmaximum, ʌ = Sonnenfleckenminimum.

Tab. 120.

1800	1801	**1802**	**1803**	1804 ʌʌ	1805	1806	—	—	—	— ʌ
1811	1812	1813	1814	1815	1816 ʌʌ	—	1818	—	1820	1821
1822	**1823** ʌ	**1824**	1825	1826	1827	1828	1829 ʌʌ	—	—	—
— ʌ	—	—	—	1837 ʌʌ	1838	1839	—	—	—	—
1844 ʌ	1845	1846	1847	1848 ʌʌ	—	—	—	—	—	1855
1856 ʌ	1857	**1858**	**1859**	**1860** ʌʌ	1861	1862				

Man sieht deutlich, wie die Heuschrecken in der Nähe des Minimums auftreten, sich bis an das Maximum, zuweilen noch darüber hinaus fortsetzen, dann aber mehrere Jahre aussetzen. Folgende Tabelle macht die einzelnen Perioden vielleicht noch deutlicher.

Tab. 121.

Zug-No.	Jahr des Auftretens.	Beziehung zum Minimum.	Minimum.	Jahr des Erlöschens.	Maximum.	Beziehung zum Maximum.
1	spätestens 1800	2 Jahre nach Min. 1798	1798	1806	1804	2 Jahre nachher
2	1811	1 Jahr nach Min. 1810	1810	1816[1]	1816	Im Max.-Jahre
3	1820	3 Jahre vor dem Min. 1823, aber erst 1822 stark	1823	1829	1829	Im Max.-Jahre
4	1837	4 Jahre nachher[2]	1833	1839	1837	2 Jahre nachher
5	1844	Im Min.-Jahre	1844	1848	1848	Im Max.-Jahre
6	1855	Ein Jahr vorher	1856	1862	1860	2 Jahre nachher

Ich stelle noch folgende Betrachtung mit Heranziehung der Gruppen *A* und *B* an: Setzt man Nichtvorkommen = 1, Auftreten

1) 1818 noch ein vereinzeltes Auftreten.

2) Dies ist eine auffallende Verspätung; wegen der überwiegend kalten Jahre jenes hohen Maximums nur ein kurzes Auftreten.

= 2, starke Verheerungen (fettgedruckt in Tab. 120) = 4, so ergeben sich bei Summirung dieser Ziffern für die einzelnen Gruppen folgende Werthe:

Tab. 122.

A_1 1804—1809 = 9,	auf das Jahr:	1,5		B_1 1800—1803 = 12,	für 1 Jahr:	3,0
A_2 1816—1822 = 14	»	2,0		B_2 1810—1815 = 11	»	1,8
A_3 1829—1832 = 5	»	1,2		B_3 1823—1828 = 16	»	1,6
A_4 1837—1843 = 10	»	1,4		B_4 1833—1836 = 4	»	1,0
A_5 1848—1855 = 10	»	1,2		B_5 1844—1847 = 8	»	2,0
A_6 1860—1862 = 8	»	2,7		B_6 1856—1859 = 12	»	3,0
Mittel (ohne A_6) =		1,46		Mittel (ohne B_1) =		1,88
(mit A_6) =		1,66		(mit B_1) =		2,07

Auch hier zeigt sich ein stärkeres Auftreten innerhalb der Gruppe *B*. — Möglicherweise wären auch noch aus Vergleichungen des zeitweisen Auftretens anderer Thiere der wärmeren Gegenden in höheren Breiten interessante Resultate zu gewinnen, es würde sich z. B. empfehlen, das häufigere oder seltenere Vorkommen südeuropäischer und nordafrikanischer Schmetterlingsarten[1]) in Deutschland in den einzelnen Jahren zu verfolgen. Jedoch ist eine solche Untersuchung noch niemals angestellt worden, vermuthlich wegen der Schwierigkeit, Nachrichten über das Vorkommen oder Ausbleiben solcher Thierarten von möglichst vielen Stationen zu erlangen. —

G. Langjährige Periodicität der Gewitter und Blitzschläge.

Am Schlusse dieses ganzen Abschnittes lassen sich am besten die bisher gewonnenen Thatsachen und aufgestellten Vermuthungen über eine vieljährige Periodicität der Gewitter und besonders der zündenden Blitze anfügen. Schon seit einer Reihe von Jahren wurde die Ansicht ausgesprochen, dass die jährliche Anzahl der Gewitter einer langen Periode unterworfen sein möge, ohne dass man gerade an Beziehungen zur Fleckenperiode gedacht hätte. Dr. Klein in Cöln nimmt in seiner Monographie über das Gewitter (Graz 1871) auf p. 23 eine langjährige Periode für sicher an und sucht diese Annahme durch eine Anzahl Beobachtungsreihen zu stützen, welche ich hier mittheilen will.

---

1) U. A. auch des sehr bekannten Sphinx atropos (Todtenkopf).

Es ereigneten sich danach Gewitter:

Tab. 123.

in Hohenpeissenberg:	1792—1802	342,	jährlich:	31,1
	1803—1813	311	»	25,9
	1814—1823	295	»	29,5
	1824—1832	211	»	23,4
	1833—1841	131	»	14,5
	1842—1850	179	»	19,9
	1851—1859	235	»	26,1
in Prag:	1806—1814	153,	jährlich:	17,0
	1815—1823	212	»	23,5
	1824—1832	240	»	26,6
	1833—1841	205	»	22,8
	1842—1850	179	»	19,9
in Mailand:	1806—1814	262,	jährlich:	29,1
	1815—1823	290	»	32,2
	1824—1832	223	»	24,8
	1833—1841	195	»	21,7
	1842—1850	185	»	20,5

Ich füge noch die Zahlen der Gewitter zu Leipzig von 1833 an hinzu (aus der bereits mehrfach erwähnten Schrift von Prof. Bruhns).

Tab. 124.

Leipzig:	1833—1841	118,	jährlich	13,1
	1842—1850	122	-	13,5
	1851—1859	187	-	20,8
	1860—1865	91	-	15,2

Ebenso die Zahl der Gewittertage zu Trier von 1783—1852 (Preuss. Met. Beobb. von 1848—1857 p. 166).

Tab. 125.

Trier:	1783—1792	207,	jährlich	20,7
	1793—1802	154	-	15,4
	1803—1812	165	-	16,5
	1813—1822	158	-	15,8
	1823—1832	160	-	16,0
	1833—1842	129	-	12,9
	1843—1852	180	-	18,0

Am meisten lassen die Zahlen für Peissenberg, Leipzig und Trier eine regelmässige Ab- und Zunahme erkennen, Prag und Mailand sind weniger deutlich. Die Gewitter waren am seltensten in

Peissenberg 1833—1841
in Leipzig 1833—1841
die Gewittertage: in Trier 1833—1842.

Wenn wir von Prag und Mailand absehen, ergiebt sich also ein Minimum für die Zeit von 1833—1841, (in Leipzig bis 1850). Es fällt nun sofort auf, dass dieses Minimum genau mit dem Maximum der grösseren Sonnenfleckenperiode zusammenfällt. Ebenso entspricht die grössere Gewitterhäufigkeit zu Anfang unseres Jahrhunderts genau dem damals sehr tiefen Stande der Fleckencurve. Auch von 1840 bis zur Gegenwart hat sich nach übereinstimmenden Beobachtungen vieler Stationen eine ganz entschiedene Zunahme der jährlichen Gewitteranzahl herausgestellt. In Leipzig weisen die Jahre 1840, 1842, 1844 nur je 7 Gewitter auf. Dass diese niedrigste Ziffer der ganzen Beobachtungsperiode sich in Zeit von fünf Jahren dreimal findet, ist wohl auch ein Fingerzeig, dass wir im Anfang des fünften Jahrzehnts unseres Jahrhunderts ein Minimum der Gewitterfrequenz zu suchen haben. Sonst verlaufen freilich die Zahlen durchaus nicht ganz regelmässig, aber ein allmähliches Absinken und dann folgendes Wiederaufsteigen ist doch zu erkennen. In Trier war die niedrigste Zahl der Gewittertage = 10, dieselbe kam 1832 vor. Die Zahl 11 findet sich in der ganzen Beobachtungsperiode nur 1793, 1829, 1833, 1843; also ebenfalls am häufigsten in den 30er und 40er Jahren. Man muss übrigens gestehen, dass das vorhergehende grosse Fleckenmaximum (um 1787) sich in den Zahlen von Peissenberg und Trier ganz und gar nicht ausprägt, auf beiden Stationen waren die Gewitterzahlen am Ende des vorigen Jahrhunderts sehr hohe. Ganz kürzlich hat Dr. v. Bezold in München eine Untersuchung über die Periodicität der Gewitter angestellt, welche mir leider im Original noch nicht zugänglich geworden ist. Ich muss mich deshalb auf das in einem Auszuge in der Ztschr. der öst. Ges. f. Met. (1875 p. 322) Mitgetheilte beschränken. Die Resultate v. Bezold's sind, wie sich auch schon aus diesem kurzen Auszuge erkennen lässt, von grösstem Interesse. Hier wird zuerst bestimmt ausgesprochen, dass Fleckenmaxima Gewitterminimis entsprechen und umgekehrt, dass also auch die beiden electrischen Erscheinungen des Gewitters und des Nordlichtes sich ergänzen. Beim Minimum der Nordlichter sind die Gewitter häufig, beim Maximum sparsam auftretend. Dies ist das Schlussresultat der v. Bezold'schen Arbeit. Nach diesem Gelehrten erklärt sich die wechselnde Häufigkeit der Gewitter ganz

einfach durch die von der Fleckenbedeckung abhängige Grösse der Insolation. Tiefe Gewitterminima traten nach v. Bezold 1780, 1786 und 1837, 1843 auf, dazwischen noch 1813 und 1814, sowie später 1856 und 1857. Hier würde sich somit auch das vorletzte grosse Maximum der Fleckenperiode gut ausprägen, was bei den oben angeführten Stationen nicht der Fall war. Nichtsdestoweniger bleiben noch manche Bedenken übrig. v. Bezold scheint nicht nur die 55jährige, sondern auch die elfjährige Periode zu der Zahl der Gewitter in Beziehung setzen zu wollen. Nun lassen aber die von mir untersuchten Beobachtungsreihen durchaus keine Spur der elfjährigen Periode erkennen und auch Professor Fritz in Zürich glaubte nach einer eingehenden Discussion der Gewitterzahlen für eine grosse Anzahl Orte jeden Zusammenhang der Gewitterfrequenz mit der elfjährigen Periode entschieden ablehnen zu müssen. Auch die von v. Bezold selbst als sehr gewitterarm bezeichneten Jahre 1856/57, welche auch zugleich sehr flecken- und nordlichtarm waren, widersprechen einigermassen der Annahme eines Zusammenhanges. Neben der Anzahl der Gewitter hat man auch ihre zerstörenden Wirkungen und speciell die Anzahl der Blitzschläge auf Gebäude untersucht. v. Bezold glaubt, dass sich in der Curve der zündenden Blitze[1] ganz besonders deutlich ein der Fleckencurve entgegengesetzter Verlauf nachweisen lasse. Unabhängig von ihm gelangte Gutwasser in Dresden zu einem ganz ähnlichen Resultate für Sachsen. Beide fanden, dass 1842 und 1843 eine besonders geringe Anzahl von zündenden Blitzstrahlen beobachtet wurde; dass aber von da an bis zur Gegenwart die Zahl der Blitzschläge ganz bedeutend gewachsen sei. Berichte von Feuerversicherungsanstalten constatiren auch gerade für die letztverflossenen Jahre eine ganz ungemeine Höhe der Zahl der Blitzschläge auf Gebäude. Verfasser kann hinzufügen, dass die im Jahre 1876 vorgekommenen, verhältnissmässig nicht allzu intensiven Gewitter[2], soweit seine Quellen ihm einen Ueberblick gestatten, ungewöhnlich zahlreiche Brände und Tödtungen von Menschen verursacht haben. Ob jene allgemeine Steigerung der Blitzschläge seit etwa 30 Jahren

1) Zunächst in Bayern.
2) In Sachsen u. a. April 17 und April 30, sowie Sept. 6.

in einer vermehrten Gefährlichkeit der Blitze an sich ihre Ursache hat, oder ob sie nur durch die höhere Zahl der Gewitter herbeigeführt ist, also noch derselbe Procentsatz der überhaupt vorkommenden Blitze zündet, ist noch nicht ermittelt; ich möchte die erstere Annahme für wahrscheinlicher halten. Nur beiläufig sei hier noch angeführt, dass Professor Wolf in No. 38 seiner »Astr. Mitthl.« Blitzschlagbeobachtungen aus dem Canton Zürich mittheilt, welche gerade die Maximaljahre als die gefährlicheren in dieser Beziehung erscheinen lassen. Die Reihe ist allerdings nicht sehr lang:

Tab. 126.

1851	1852	1853	1854	1855	1856	1857	1858	1859	1860
13	7	6	2	1	0	1	4	8	5

—6 —1 —4 —1 —1 Fleckenminim. +1 +3 +4 —3 Maxim.

Wie man sieht, nehmen die Zahlen ziemlich regelmässig ab und wieder zu. Zu irgendwelchen weiteren Schlüssen, welche Professor Wolf auch nicht darauf begründet, berechtigen aber wohl so kurze Reihen, die sich nur auf einen so beschränkten Raum beziehen, noch nicht. — Ein Bedenken gegen die wirkliche Existenz jener sich zur Fleckenperiode umgekehrt verhaltenden Gewitterperiode, welches sich aus einigen schon erörterten Erscheinungen herleiten lässt, darf hier nicht unerwähnt bleiben. Es zeigte sich, dass (mit fast völliger Gewissheit) die Cyclone und wenigstens mit grosser Wahrscheinlichkeit die Hagelfälle gleichzeitig mit den Sonnenflecken und Polarlichtern alle 40—50 Jahre grössere und alle elf Jahre kleinere Maxima erreichen. Beide Erscheinungen sind aber mit electrischen Phänomenen so eng verbunden, dass die Electricität zur Entstehung derselben eine nothwendige Mitbedingung zu sein scheint. Alle Beobachter versichern, dass Blitz und Donner von den echten westindischen Cyclonen unzertrennlich seien[1]), und ebenso ist ein wirkliches Hagelwetter (also abgesehen von den sog. Graupeln) wohl niemals ohne ein begleitendes Gewitter beobachtet worden. Wenn nun die Cyclone der Tropen und die Hagelfälle der gemässigten Zone gleichzeitig mit den Maximis der Sonnenflecken und

1) Vergl. die berühmte Schilderung des Barbadosorcans vom 10. Aug. 1831 durch Reid bei Schmid, Dove, Mohn u. A.

der Polarlichter in grosser Anzahl und besonders intensiv hervortreten, erscheint es allerdings einigermassen befremdend, dass die Gewitter, welche so oft mit Hagel verbunden sind, zu ebenderselben Zeit ein Minimum haben sollen. Die Aufklärung dieses Räthsels lässt sich nur von fortgesetzten Beobachtungen der Gewitter, zündenden Blitze und Hagelfälle in möglichst vielen Gegenden der Erde erwarten. Fest steht soviel, dass diese drei Erscheinungen periodisch steigen und fallen und dass sie in irgend einer Beziehung zur Sonnenfleckenperiode stehen müssen. Die Einzelheiten dieser Beziehung aber und insbesondere auch das Verhältniss zwischen Hagelperiode und Gewitterperiode können vorläufig noch nicht klar erkannt werden und es bleibt nur zu wünschen, dass durch allseitig fortgesetzte Bemühungen und Forschungen diese Lücke in unserem Wissen möglichst bald ausgefüllt werden möge. —

Vierter Abschnitt.

Sonnenflecken und Luftdruck.

Nach der Erörterung der Beziehungen, welche zwischen der Sonnenfleckenperiode und der Lufttemperatur, den Luftströmungen sowie vielfachen Erscheinungen auf dem weiten Gebiete der Hydrometeore stattfinden oder stattzufinden scheinen, muss schliesslich auch noch der Luftdruck und sein Verhalten zur Fleckenperiode kurz betrachtet werden. In früherer Zeit begnügte man sich meist damit, die Mittelwerthe des Luftdruckes für die einzelnen Monate des Jahres und eine bestimmte Station möglichst genau zu bestimmen, um dann daraus das Jahresmittel ableiten zu können. Dieses Jahresmittel aber, sowie die jährlichen Schwankungen des Barometers (Amplitude) wurden als etwas in ihrem Werthe ziemlich Unveränderliches angesehen und lange kam Niemand auf den Gedanken, auch diese Werthe nach mehrjährigen Perioden oder gar nach Beziehungen zur Sonnenfleckenperiode zu untersuchen. In der Mitte des vergangenen Jahrzehnts wurde man darauf aufmerksam, dass die Zone des niedrigsten Luftdruckes im atlantischen

Ocean (bei 65° NB.) mit der Zone der grössten Häufigkeit der Nordlichter zusammenfalle. Sobald diese Thatsache bekannt war, begann man auch bald nach Beziehungen zwischen Luftdruck und einzelnen Nordlichtern zu forschen, doch sind bisher die Resultate dieser Untersuchungen unentschieden und wenig sicher. Es scheinen die Einflüsse eines Nordlichtes auf den Barometerstand keineswegs überall in gleichem Sinne zu wirken, da intensiven Erscheinungen an der einen Station ein sehr niedriger, an anderen dagegen ein hoher Barometerstand folgte. Es wird sich bei Gelegenheit einer Abhandlung des schwedischen Naturforschers Forssman, welche weiter unten erwähnt werden soll, noch Einiges über diesen Punkt bemerken lassen. Ungefähr zu derselben Zeit fand man, dass auch die jährliche Periode der Nordlichter mit der des Luftdruckes insofern correspondire, dass die Monate mit tiefem Barometerstand sehr nordlichtreich sind, und umgekehrt. Nun lag es schon näher, in den Verhältnissen des Luftdruckes auch Beziehungen zur mehrjährigen Periode der Polarlichter und dadurch der Sonnenflecken zu vermuthen. In Betreff der elfjährigen Periode scheint sich aber diese Vermuthung doch nicht zu bestätigen, wenigstens fallen Jahre mit niedrigem mittlerem Luftdruck und Jahre mit zahlreichen und grossen Nordlichtern durchaus nicht so regelmässig zusammen, wie man dies mehrfach annahm. — Seit dem Jahre 1871 hat nun Professor Hornstein in Prag die Beziehungen zwischen Luftdruck, Sonnenfleckenperiode und Sonnenrotation zum Gegenstande specieller Untersuchungen gemacht und ich will zunächst, bevor ich auf die auf den vorigen Seiten erwähnten Fragen zurückkomme, Hornstein's interessante Resultate kurz mittheilen und erörtern. Eine umfassende Wiedergabe der Hornstein'schen Arbeit ist schon an sich nicht wohl thunlich, aber auch für die Zwecke dieser Betrachtung weniger erforderlich.

Der Luftdruck weist täglich ausser den unregelmässigen grösseren Schwankungen auch noch kleinere von den Tageszeiten abhängige auf, welche zwei Maxima und zwei Minima zeigen. Die Maxima fallen von 9—10 Uhr Vormittags und 10 bis 11 Uhr Abends, die Minima von 3—5 Uhr früh und zu derselben Zeit des Nachmittags. Der Betrag dieser Schwankungen ist ein höchst unbedeutender, er erhebt sich nicht bis auf 1 Mm. Gleichwohl ist es Professor Horn-

stein durch sorgfältige Untersuchungen einer dreissigjährigen Reihe stündlicher Beobachtungen zu Prag und München gelungen, nachzuweisen, dass die Grösse dieser Ebbe und Fluth in einer vieljährigen Periode steigt und fällt und dass die Dauer dieser Periode der Länge der grösseren Sonnenfleckenperiode ungefähr gleichkommt[1]. Ich erwähnte schon früher[2], dass Hornstein der grösseren Fleckenperiode eine Dauer von 70 Jahren giebt. Die elfjährige Periode spricht sich in der Grösse der täglichen Barometerschwankungen nicht aus. Hornstein ist überhaupt geneigt, die grössere Fleckenperiode als die Hauptperiode anzusehen, während nach ihm die elfjährige nur in einigen Erscheinungen (Nordlichter, magnet. Var.) sich kundgiebt. Er fügt indessen selbst hinzu, dass diese Annahme erst durch weitere Beobachtungen ihre Bestätigung finden könne.

Wichtiger noch als jene kleinen Schwankungen erscheint der Betrag der jährlichen Schwankung oder die jährliche Amplitude des Barometerstandes, also der Unterschied zwischen dem höchsten und tiefsten Stande während eines Jahres. Hornstein weist nun nach, dass auch diese Grösse an der grösseren Sonnenfleckenperiode theilnimmt und gleichzeitig mit den Flecken und den Nordlichtern ihr Maximum erreicht. Die elfjährige Periode hat sich auch hier durchaus nicht constatiren lassen. Dass die Hornstein'sche Entdeckung thatsächlich richtig ist, sieht man ohne Mühe, sowohl bei Betrachtung der von ihm construirten Curven (auf der Tafel, welche seiner Abhandlung[3] beigegeben ist), als auch an den Ziffern für die einzelnen Jahre. Die Stationen, welche Hornstein benutzen konnte, waren Prag, Mailand, Wien und München. Ich habe versucht, in der folgenden kleinen Tabelle die wirkliche Existenz der Hornstein'schen Periode (wie man sie wohl kurz nennen kann) noch etwas leichter ersichtlich zu machen.

---

1) Maxima würden also um 1787, um 1850 etc. anzusetzen sein.
2) p. 93.
3) Der Wiener Academie am 10. Mai 1872 vorgelegt.

Schwankungen von mehr als 17 par.‴ fanden nämlich in den einzelnen Jahrzehnten statt:

Tab. 127.

Par.‴	1763 bis 1769	1770 bis 1779	1780 bis 1789	1790 bis 1799	1800 bis 1809	1810 bis 1819	1820 bis 1829	1830 bis 1839	1840 bis 1849	1850 bis 1859	1860 bis 1869	Bemerkungen.
In Prag 18					0	2	1	3	1	2	2	
19					1	0	0	2	3	2	2	
20					0	0	1	0	1	2	0	
21					1	0	1	0	0	2	0	
22					0	0	0	0	0	0	0	
23					0	0	0	0	0	0	0	
24					0	0	0	0	0	0	0	
25					0	0	1	0	0	0	0	
Mailand 18	1	0	1	0	0	0	2	0	3			
19	0	0	1	0	0	0	2	0	1			
20	0	1	0	0	0	0	0	1	0			
21	0	0	0	0	1	0	1	0	0			
Wien 18		1[a])	1	0	0	0	0	1	5	3[b])	(0[c])	a) erst von 1775 an
19		0	2	0	2	0	1	0	0	0	1	b) nur bis 1856
20		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	c) nur 1864—1869
21		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
22		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
München 18							0[1])	0[2])	2[3])	2	(0[4])	1) erst von 1825 an
19							0	0	1	1	0	2) 1838 und 1839 fehlt
20							0	0	0	0	0	3) 1840 fehlt
21							0	0	0	0	0	4) nur bis 1866
Anzahl der Schwankungen:												
Prag					2	2	4	5	5	8	4	
Mail.	1	1	2	0	1	0	5	1	4	—	—	
Wien		1	3	0	2	0	3	1	5	5	1	
Münch.							0	0	3	3	0	
Summe:												
Prag					40	36	84	92	95	156	74	*)
Mail.	18	20	37	0	21	0	95	20	75	—	—	*)
Wien		18	56	0	38	0	61	18	90	95	19	*)
Münch.							0	0	55	55	0	*)
Mittel der ganzen Jahresgruppe	18	19	46	0	33	36	60	32	79	102	31	

*) Diese Zahlen enthalten den zusammenaddirten Betrag der Amplitude derjenigen Jahre, in welchen diese über 17‴ anstieg, also z. B. 18 + (3.19) + 20‴ = 95.

Die letzte Reihe unten enthält die Mittelwerthe dieser Summe in der betr. Jahresgruppe.

Diese Zahlen lassen deutlich erkennen, dass die jährliche Amplitude des Barometerstandes gegenwärtig im Herabsinken von einem Maximum zu einem Minimum begriffen ist.

Hornstein fasst dieses wichtige Resultat in folgende Worte zusammen:

»Die aus den Beobachtungen seit 1763 erhaltenen Werthe der »jährlichen Schwankung des Barometerstandes in Prag, Mailand, »Wien und München werden sehr befriedigend dargestellt durch die »Voraussetzung, dass die jährliche Schwankung des Luftdruckes die »längere 70jährige Periode mit den Nordlichtern und Sonnenflecken »gemein hat und gleichzeitig mit diesen Erscheinungen ihr Maximum »oder Minimum erreicht«.

Es wäre offenbar sehr interessant, zu wissen, ob diese wechselnde Grösse der Luftdruckschwankungen auf den Witterungscharacter längerer Zeiträume einen nachweisbaren Einfluss auszuüben vermag. Ich glaube nicht, dass man diese Frage ohne Weiteres verneinen darf, möglich wäre es immerhin, dass die stärkere Schwankung des Luftdruckes in solchen Zeiten im Stande ist, zahlreichere und heftigere Stürme als sonst hervorzurufen; allein es fehlt noch so sehr an vergleichenden Witterungsbeobachtungen zahlreicher Stationen durch längere Jahresreihen hindurch, dass ich mich mit diesen Andeutungen begnügen muss, um nicht auf noch ganz unsicheren Hypothesen weiter zu bauen.

Die grössere jährliche Amplitude des Luftdruckes (welche Hornstein, wie ich glaube, überzeugend nachgewiesen hat) zur Zeit des grossen Maximums der Sonnenflecken kann offenbar auf dreierlei Art zu Stande kommen. Bezeichnet die Linie *AB* (Fig. 1)

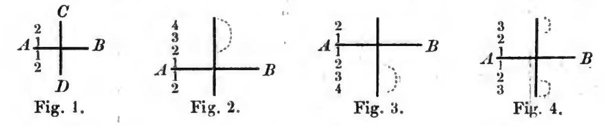


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

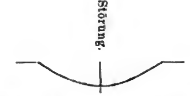
den mittleren Barometerstand eines Ortes, *CD* den Betrag der mittleren Schwankung, so kann die grössere Schwankung zur Maximalzeit entstehen durch Erreichung höherer Stände als *C*, während *D* nicht verändert wird (Fig. 2) oder durch Herabsinken auf tiefere Werthe als *D*, wobei *C* nicht überschritten wird (Fig. 3), oder endlich dadurch, dass *C* und *D* (Fig. 4) um einen gewissen Betrag überschritten werden. Im ersten Falle wird der mittlere Barometerstand jener Jahre ein höherer, im zweiten ein niedrigerer sein als sonst. Beim dritten Falle kann das Mittel im wesentlichen dasselbe bleiben. Welcher von diesen Fällen ist nun aber der wirklich ein-

tretende? Ich knüpfe hier wieder an die Erörterungen über Zusammenhang zwischen Polarlichtern und Barometerstand an. Einen höchst werthvollen Beitrag zur Lösung dieser und verwandter Fragen bietet uns eine Untersuchung, welche der schwedische Naturforscher Forssman vor einigen Jahren angestellt und in den »Nova Acta Societ. Scient. Upsaliensis« (3. Serie, 8. Band) veröffentlicht hat. Die Abhandlung führt den Titel: »Des relations de l'aurore »boréale et des perturbations magnétiques avec les phénomènes mé»téorologiques«.

Forssman giebt zuerst eine eingehende Darstellung und Kritik der Ideen Secchi's über den Zusammenhang der Witterungserscheinungen mit magnetischen Störungen. Dann geht er über zu einer selbständigen Untersuchung der Einwirkungen, welche die grösseren magnetischen Störungen sowie die Polarlichter auf den Barometerstand ausüben können. Er gelangt hierbei zu ganz interessanten Resultaten, welche ahnen lassen, dass ausgedehntere Forschungen auf diesem Gebiete uns noch zur Entdeckung mancher wichtigen Thatsache führen können. Forssman findet, dass östlich von einer Linie, welche von Schottland bis zum Caspisee quer durch Europa geht, magnetische Störungen und Polarlichter eine Erhöhung, westlich von jener Linie aber eine Erniedrigung des Luftdruckes bewirken. Bei einer Betrachtung der von Forssman seinem Aufsatze beigefügten zahlreichen Barometercurven ergiebt sich die Richtigkeit dieses Satzes ganz deutlich. Die östlich von jener Grenzscheide liegenden Stationen (z. B. Petersburg, auch Berlin) zeigen sämmtlich eine convexe Form der Curven, etwa so:



während die westlich belegenen (Rom, Brest, Lissabon u. A.) concave Curven haben:



Diejenigen Stationen, welche der Grenzscheide sehr nahe liegen, wie Makerstown in Schottland, Lugan in Südrussland, zeigen eine

unentschiedene, wellige Form der Curven. Bei einer Vergleichung der Curven von Toronto und Sitcha drängt sich die Vermuthung auf, dass in Nordamerika eine ganz ähnliche Grenzscheide bestehen müsse. Die Resultate Forssman's zeigen klar, wie falsch die Annahme ist, dass sich Einwirkungen der Polarlichter, magnetischen Störungen etc. auf Witterungsverhältnisse auf der ganzen Erde oder auch nur auf grösseren Räumen derselben in gleicher Weise äussern müssen. Hätte unter dieser Voraussetzung ein Beobachter in Barnaul die Einflüsse der Polarlichter auf die Witterung untersucht, gleichzeitig aber ein zweiter Beobachter in Brest dasselbe gethan und hätten dann diese Beobachter ihre Resultate verglichen, so würden sie vermuthlich der erhaltenen ganz widersprechenden Ergebnisse halber die weiteren Erörterungen und Beobachtungen als nutzlos aufgegeben und erklärt haben: Es besteht offenbar kein Zusammenhang zwischen jenen Erscheinungen. — Die Resultate Forssman's beziehen sich indessen nur auf die grösseren Störungen und Polarlichter, und auch bei diesen sind Ausnahmen natürlich vorhanden. Da jene Grenzscheide ziemlich quer durch Deutschland läuft, haben wir hier auch eine Erklärung dafür, dass es gerade in Mittel- und Westdeutschland bisher nicht gelang, den von Mehreren behaupteten Zusammenhang zwischen Nordlichtern und tiefem Barometerstand nachzuweisen. Nach dem Gesagten wird es schon wahrscheinlich, dass auch eine Erhöhung oder Erniedrigung des mittleren Barometerstandes beim grossen Fleckenmaximum, falls eine solche überhaupt stattfindet, nicht in gleicher Weise in ganz Europa sich zeigen werde, sondern dass vielmehr Zonen hohen und niedrigen Druckes, so wie schon an jedem einzelnen Tage das der Fall ist, auch im Jahresmittel der verschiedenen Orte hervortreten müssen. Die elfjährige Periode ist auch bei dieser Erscheinung nur äusserst schwach ausgeprägt, wenigstens was die von mir untersuchten deutschen Reihen betrifft. Einer anscheinend sehr genauen Uebereinstimmung der Curven in der einen Periode folgt schon in der nächsten völlige Regellosigkeit, so dass es in der That kaum zulässig ist, von der Existenz eines Zusammenhanges des Luftdruckes mit der elfjährigen Periode zu reden. Stellt man dreijährige und fünfjährige Gruppen zusammen, findet sich allerdings ein höherer Luftdruck für die fleckenreichen Jahre, allein der

Unterschied ist nicht sehr erheblich und zudem, wie zu erwarten war, an den verschiedenen Stationen keineswegs gleichmässig auftretend. Bei Leipzig z. B. (Bruhns l. c.) fand ich aus 5jährigen Gruppen für die einzelnen Jahreszeiten und das meteorologische Jahr:

Tab. 128.

(Zahlen in Millimetern angegeben).

Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.	Met. Jahr.
Max. 753,14	750,56	752,92	752,44	752,77
Min. 751,43	750,63	751,71	751,93	751,49
M.—m. = 1,71	—0,07	1,21	0,51	1,28

Da die Unsicherheit der Zahlen für das ganze Jahr bei den Maximis ± 0,11 und bei den Minimis ± 0,53 beträgt, verbleibt noch ein sicherer Unterschied zu Gunsten der Maximaljahre von 0,64 m. Ich lasse es dahingestellt sein, ob diese Grösse als eine erhebliche betrachtet werden kann oder nicht. Mit grösserer Bestimmtheit lässt sich dagegen feststellen, dass der Luftdruck (wenigstens an den benutzten Stationen) zur Zeit des letztvergangenen Maximums der grossen Periode am stärksten war, von da an aber sich mehr und mehr vermindert hat. Es betrug nämlich die Summe der mittleren Barometerstände für je fünf Jahre in

Tab. 129.

Leipzig:		und in Leipzig für je 10 Jahre:		München:	
1826—1830	—		—	1826—1830	3579,80 mm.
1831—1835	3763,30 mm.	1831—1840	7531,00 mm.	1831—1835	3582,25 -
1836—1840	3767,70 -	1836—1845	7520,15 -	1836—1840	—
1841—1845	3752,45 -	1841—1850	7550,95 -	1841—1845	3578,10 -
1846—1850	3763,50 -	1846—1855	7516,75 -	1846—1850	3580,00 -
1851—1855	3753,25 -	1851—1860	7508,95 -	1851—1855	3577,05 -
1856—1860	3755,70 -	1856—1865	7514,15 -		—
1861—1865	3758,45 -		—		—

In Hohenpeissenberg:

Tab. 130.

(In Millimetern.)

	7 Uhr.	2 Uhr.	9 Uhr.	Mittel.
1800—1804	3382,70	3381,95	3383,45	3382,70
1805—1809	3380,25	3379,50	3381,15	3380,30
1810—1814	lückenhaft	—	—	—
1815—1819	3379,00	3378,55	3380,35	3379,30
1820—1824	3383,30	3383,15	3384,50	3383,65
1825—1829	3383,40	3384,60	3386,00	3384,65
1830—1834	3386,70	3385,65	3387,15	3386,50
1835—1839	3380,35	3379,95	3381,60	3380,65
1840—1844	3381,15	3380,60	3382,20	3381,30
1845—1850	3381,50	3380,50	3383,05	3382,00

Das höchste Jahresmittel innerhalb der betreffenden Beobachtungsperioden treffen wir bei Leipzig 1839

München 1834

Peissenberg 1834

das niedrigste dagegen:

Leipzig 1853

München 1853

Peissenberg 1816

Auch dies kann wohl als ein Beleg für die Wahrscheinlichkeit der oben geäusserten Annahme betrachtet werden. Ich füge noch graphische Darstellungen der Jahresmittel für Leipzig und München hinzu, welche den Verlauf der Erscheinung noch deutlicher zeigen (Fig. XI und XII). Um die Existenz jener Schwankung auch in der neuesten Zeit verfolgen zu können, fehlt es mir bis jetzt noch an genügendem Material; ich glaube aber annehmen zu dürfen, dass jenes langsame Fallen und Steigen nicht blos auf die behandelten circa 60 Jahre beschränkt war, sondern ein regelmässig wiederkehrendes Phänomen ist. Ausdrücklich aber muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass dieser Versuch, auch in der absoluten Höhe des Luftdruckes Beziehungen zur grösseren Fleckenperiode nachzuweisen, sich eben nur auf die behandelten wenigen Stationen bezieht und nicht etwa auf Verhältnisse grösserer Erdstriche. Es

ist aber mit Sicherheit zu erwarten, dass es mit Hülfe eines umfassenden Beobachtungsmaterials einst gelingen wird, die räthselhaften Beziehungen, welche zwischen den Erscheinungen des Luftdruckes und der grösseren Sonnenfleckenperiode in der That obzuwalten scheinen, in ihrer Gesammtheit aufzufassen und in allen ihren Einzelheiten und verschiedenen Formen des Auftretens über die ganze Erde hin zu verfolgen.

Schlusswort.

Ueberschauen wir nun die Resultate dieser sämmtlichen Untersuchungen, so liegt die Frage nach der wissenschaftlichen Bedeutung und dem praktischen Werthe der bis jetzt ermittelten Thatsachen sehr nahe. Ist zunächst die Periodicität, welcher wir bei einer ganzen Reihe von meteorologischen Erscheinungen begegnet sind, von irgendwelcher praktischen Bedeutung? Es ist hier nöthig, ganz entschieden vor einer Ansicht zu warnen, welche leicht entstehen kann, dass nämlich mit Hülfe der vorliegenden Thatsachen nun die Witterung in befriedigender Weise vorausbestimmt werden könnte. Bei einer oberflächlichen Ueberschau wäre ja allerdings zu vermuthen, dass wir jetzt berechtigt wären, gestützt auf unsere Resultate, die Witterung für das nächste Jahr, den Wasserstand der Flüsse, das Gedeihen gewisser Culturpflanzen, ja selbst die Zahl der Gewitter und Hagelfälle für ein bestimmtes Jahr nach dem Stande der Sonnenflecken im Voraus zu bestimmen. Hielt man doch früher (und auch wohl noch in unserem Jahrhundert) die Wetterprophezeihung überhaupt für die vornehmste und wichtigste Aufgabe der Meteorologen! Darauf ist nun Folgendes zu entgegnen:

1) Erlauben uns die bis jetzt bekannten Thatsachen nur das Aussprechen von ganz allgemeinen Urtheilen über den Character einer ganzen Jahresgruppe (also z. B. der ofterwähnten Gruppen *A* und *B*). Mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit lässt sich sagen: Beim Eintreten eines Fleckenmaximums (resp. bald darauf) stehen einige besonders kalte Jahre zu erwarten, mit noch etwas grösserer Sicherheit dürfen wir in der Gruppe *B* (Minimum bis Maximum) auf besonders heisse Jahre rechnen. Um ein Beispiel anzuführen, so darf ich wohl sagen: Da 1877 ein neues Fleckenminimum zu erwarten steht, ist in der Jahresgruppe von 1877 bis etwa 1880 nach

Analogie zahlreicher früherer Fälle das Vorkommen von besonders warmen Jahren sehr wahrscheinlich[1]). Das ist aber auch Alles. Ich darf nicht sagen: Das Jahr 1877 oder der Winter 1877 auf 1878 wird, nach dem Stande der Sonnenflecken zu urtheilen, diesen oder jenen Witterungscharacter tragen. Noch viel weniger dürfen wir uns Urtheile über die Niederschlagsverhältnisse einer Jahresgruppe gestatten, und was Fruchtbarkeit, Weinjahre und dergl. betrifft, wird man wohl thun, sich einer jeden auf Grund der Sonnenfleckenperiode angestellten Voraussage ganz und gar zu enthalten, wenn man nicht Gefahr laufen will, in Wetter- und Ernteprophezeihung nach Art des hundertjährigen Kalenders oder des alten Schäfer Thomas zu verfallen. Das Nichteintreffen solcher Prophezeihungen würde dann überall das Vertrauen auch auf solche mehrjährigen Perioden der Witterung, welche mit Sicherheit festgestellt sind (z. B. die Resultate des Dr. Köppen), wieder bedenklich untergraben.

2) Wenn nachgewiesen ist, dass Wirbelstürme, Hagelfälle etc. in gewisser Weise mit der Fleckenperiode in Beziehung stehen, so ist damit noch keineswegs ausgesprochen (ich habe dies im Verlaufe dieser Abhandlung mehrmals ausdrücklich hervorgehoben), dass diese Erscheinungen nur — oder auch fast nur — in Maximaljahren sich ereigneten, vielmehr konnte und sollte nur so viel festgestellt werden, dass Cyclone und Hagelwetter zur Maximalzeit häufiger und auch wohl intensiver auftreten als zur Minimalzeit. Dagegen ist allerdings nicht zu läugnen, dass die periodisch wechselnde Häufigkeit der Gewitter und vor Allem der Zahl der zündenden Blitze wohl noch eine praktische Bedeutung erlangen kann. Es wäre nämlich ausführbar, die Blitze jedes einzelnen Gewitters an einem bestimmten Beobachtungsorte zu zählen, dann zu ermitteln, wie viele davon in einem bestimmten Umkreise um jenen Ort gezündet haben, und so gleichsam Relativzahlen für die Gefährlichkeit der einzelnen Gewitter aufzustellen. Setzte man diese Ermittelungen längere Zeit hindurch consequent fort — etwa bis zur Vollendung einer 55jährigen Periode — so wäre es allerdings keineswegs unmöglich, ja

---

1) Womit aber nicht gesagt ist, dass alle Jahre dieser Gruppe warm sein müssen.

nach dem früher Bemerkten sogar wahrscheinlich, dass sich in diesen Relativzahlen ein periodisches Steigen und Fallen zeigte, so dass diese Zahlen für die Zwecke der Versicherungsanstalten etc. nutzbar gemacht werden könnten. Dass aber auch in den Maximaljahren der grossen Periode Gewitter mit bedeutenden Verheerungen vorkommen können, und vorgekommen sind, liegt auf der Hand und bedarf keines weiteren Beleges. Aehnlich verhält es sich mit den Wirbelstürmen. Ist erst einmal durch lange fortgesetzte Beobachtungen und Vergleiche mit völliger Sicherheit erwiesen, dass die Cyclone zur Zeit des Maximums der grossen Periode wirklich intensiver auftreten, so würde der Scharfsinn des Menschen für solche Zeiten wohl auch auf wirksamere Schutzmittel (besonders der Schiffe) gegen die Wuth dieser Orcane bedacht sein können. Irgendwie genauere Angaben dagegen über die Anzahl der zu erwartenden Gewitter, Hagelwetter und Wirbelstürme zu liefern, ist die Wissenschaft für jetzt und wohl auch noch auf sehr lange Zeit hinaus ausser Stande.

War sonach der praktische Nutzen, welchen uns die Resultate unserer Untersuchungen gewähren können, vorläufig noch kein bedeutender zu nennen, so ist dagegen der wissenschaftliche Werth der Untersuchungen über neue Beziehungen zwischen Sonne und Erde, wie sie in den letzten zehn Jahren mit grossem Eifer von so vielen Forschern angestellt worden sind, durchaus nicht gering anzuschlagen. Das Hauptgewicht lege ich hierbei auf die immer klarere Erkenntniss der Thatsache, dass Sonne und Erde nicht nur durch die Gravitation, sondern auch durch noch andere früher ungeahnte Beziehungen mit einander verbunden sind. Wir wissen jetzt, dass dem Auftreten von bedeutenden Fleckengruppen und Protuberanzen mit grosser Regelmässigkeit das Erscheinen eines Polarlichtes (sowie auch magnetischer Störungen) auf der Erde antwortet, so dass wir an diesen Phänomenen, ohne das Fernrohr auf die Sonne zu richten, den Grad der Sonnenthätigkeit wenigstens annähernd bestimmen können. Wir wissen jetzt, dass auch zahlreiche meteorologische Phänomene der Erde in einer Beziehung — und bisweilen sogar in einer recht engen Beziehung — zu den Vorgängen auf der Sonne stehen, dass anhaltende, über den grössten Theil der Erde verbreitete Wärme- und Kälteperioden, wie 1822,

1834, 1868, und andererseits 1740, 1830, in letzter Instanz von (wie Baxendell einmal bemerkt) »einer Aenderung der allgemeinen Energie der Sonne« abhängen. Wir wissen endlich, dass auch die Wirbelstürme, Gewitter und Hagelfälle, welche man so lange für Phänomene von blos localer Bedeutung hielt, nicht allein von irdischen, sondern auch von solaren Verhältnissen abhängig sind, sodass sie damit aus Gegenständen der speciellen Klimatologie zu interessanten Objecten der allgemeinen Physik der Erde, ja sogar der kosmischen Physik erhoben worden sind. Ich glaube entschieden, dass diese Erweiterung unseres Gesichtskreises vollkommen hinreicht, um die Bedeutung aller bisherigen Entdeckungen über solche Beziehungen zwischen Sonne und Erde in einem günstigen Lichte erscheinen zu lassen, selbst wenn sich künftighin der practische Nutzen derselben noch geringer, als oben angenommen wurde, herausstellen sollte. Es ist auch klar, dass manche Erscheinung, seitdem man auf ihren Zusammenhang mit der Fleckenperiode aufmerksam geworden ist, viel sorgfältiger und mit viel lebhafterem Interesse verfolgt werden wird (Mond- und Sonnenhöfe, Cirruswolken), und dass auf diese Weise auch noch andere für die Meteorologie und Klimatologie wichtige Resultate erzielt werden können, welche uns sonst vielleicht entgangen sein würden.

Man sieht leicht ein, dass es ungerechtfertigt sein würde, nur der Erde, nicht aber auch den übrigen Planeten diese Beziehungen zur Sonne zuzuschreiben. Und wirklich treten in der neuesten Zeit immer mehr Anzeichen hervor, welche dafür sprechen, dass wir in dem periodischen Steigen und Fallen der Sonnenfleckenmenge eine Art Regulator für das gesammte Sonnensystem vor uns haben und dass der Ablauf einer solchen Periode gleichsam ein Pulsschlag des ganzen Systems genannt werden darf. Bereits Gruithuisen sprach [1]) die Vermuthung aus, dass die Veränderungen, welche auf der Oberfläche des Jupiter, besonders im dem Aussehen und der Farbe der Streifen, vor sich gehen, wohl periodisch wiederkehrende sein möchten. Zu bestimmten Resultaten gelangte er jedoch noch nicht. Die Periodicität der Sonnenflecken war damals noch nicht bekannt. Vor einigen Jahren wies Professor Zöllner auf die hohe Wahr-

1) Astron. Jahrb. für 1839, p. 80.

scheinlichkeit hin, dass sich die Fleckenperiode in den Veränderungen auf der Jupitersoberfläche abspiegeln müsse. Er sagt ausdrücklich[1]), dass es »bei den heftigen Bewegungen und den mannig»fach wechselnden Gestaltungen auf der Oberfläche Jupiters zu »erwarten sein würde, auch in diesen Veränderungen eine mit der »Häufigkeit der Sonnenflecke zusammenhängende Periode wiederzufinden«. Sodann giebt im 31. Bande der »Monthly Notices of the R. A. S.« der englische Astronom A. C. Ranyard eine Zusammenstellung von Jupitersbeobachtungen aus verschiedenen Fleckenperioden und stellt geradezu die Behauptung auf, dass verschiedene eigenthümliche Erscheinungen und Gebilde (s. unten) auf dem Jupiter nur in den Zeiten der Fleckenmaxima aufträten, in den Minimalzeiten aber fehlten. Veranlasst durch die Idee Ranyard's unternahm 1873 Dr. Lohse in Bothkamp eine mühevolle und umfassende Durchmusterung der vorhandenen Beobachtungen und Zeichnungen des Jupiter. Diese äusserst interessante Arbeit[2]), auf welche Herr Professor Zöllner die Freundlichkeit hatte, mich aufmerksam zu machen, soll hier noch kurz besprochen werden. Ranyard hatte als Erscheinungen, welche nur zu fleckenreichen Zeiten vorkämen, vornehmlich folgende bezeichnet: 1) die scharfe Ausprägung und dunklere Färbung der Streifen, 2) eine eigenthümliche rothbraune oder braungelbe Farbe besonders des Aequatorialstreifens, 3) das Vorkommen von ganz characteristischen eiförmigen weissen Wolken in der Aequatorialzone. Diese Wolken sind in den von Dr. Vogel und Dr. Lohse gezeichneten Abbildungen des Jupiter aus den Jahren 1871 und 1872 (beide sehr fleckenreich) deutlich zu erkennen[3]). Es ist nun Dr. Lohse gelungen, das wirkliche Vorkommen jener Eigenthümlichkeiten zur Zeit der Maxima, ebenso das Fehlen derselben zur Minimalzeit durch eine ganze Reihe von Fleckenperioden hindurch zu verfolgen und durch viele gewichtige Zeugnisse nachzuweisen. — Die grossen Veränderungen in dem äusseren Anblick der Streifen werden vielfach erwähnt. 1824 (kurz nach einem Minimum) gab Gruithuisen, gelangweilt durch das

1) Ueber den Ursprung des Erdmagnetismus etc. p. 553.
2) Bothkamper Beobachtungen Heft II, p. 91 ff.
3) Vergl. besonders Fig. 2 auf der zehnten der jenem Hefte beigegebenen Tafeln.

matte verwaschene Aussehen des Planeten, welches sich lange Zeit nicht ändern wollte, die Beobachtungen desselben für volle 12 Jahre ganz auf. Als er sie 1836 einmal wieder aufnahm (kurz vor dem Maximum von 1837), war er sehr überrascht zu sehen, dass Jupiter, »jetzt nur einen einzigen sehr dunklen Mittelstreifen habe«. Zur Zeit des nämlichen Maximums veranlasste die besonders ausgeprägte Streifenbildung den Professor Galle zu wiederholten Zeichnungen des Planeten. Ebenso sah sich Schmidt in Athen 1862 durch das interessante Aussehen und die deutliche Sichtbarkeit der Streifen bestimmt, eine lange Reihe von Zeichnungen anzufertigen. Die rothbraune oder braungelbe Farbe der Streifen wird ebenfalls zur Maximalzeit mehrfach ausdrücklich erwähnt und zwar mit dem Zusatze, dass der Planet jene Färbung nicht stets gehabt, sondern erst damals gezeigt habe (vgl. Schröter's Beobachtungen 1786 und 1787). Am wichtigsten ist der dritte Punkt. Das Auftreten eiförmig-länglicher, sehr weisser Wolken wird von vielen Beobachtern ausdrücklich betont. Höchst merkwürdiger Weise heben nun mehrere Beobachter (u. a. Bond) besonders die Aehnlichkeit jener Gebilde mit den irdischen Cirruswolken hervor. Bond sagt im Maximaljahre 1848: .... »The other belts bore a striking ressemblance to cirrus clouds, when about subsisting into the elongated form of cirrostratus«. Weiterhin spricht er nochmals von dem »curdly appearance of the intervals between the belts«. Dr. Lohse weist nun auf die Bedeutung hin, welche solche Beobachtungen durch die (in einem früheren Abschnitt dieses Werkes besprochenen) Entdeckungen Dr. Klein's über die Periodicität irdischer Cirruswolken erlangt haben, und fügt noch hinzu, dass er selbst mit Dr. Vogel 1871 die ganz gleiche Wahrnehmung gemacht habe. Die Beobachtung von Bond (durch eine ähnliche Secchi's aus dem Maximaljahre 1860 unterstützt) ist besonders darum werthvoll, weil sie durchaus nicht etwa zum Zwecke der Aufsuchung solcher Gebilde, oder gar der Nachweisung einer Periodicität derselben angestellt wurde, also von jeder etwaigen Voreingenommenheit frei ist. Dr. Lohse meint schliesslich, dass gleichwohl der Zusammenhang zwischen den Fleckenperioden und der Bewölkung des Jupiter bisher als erwiesen noch nicht zu betrachten sei. Wenn man dies auch zugiebt, so muss man doch die bisher erlangten

Resultate schon als äusserst schätzenswerthe Bereicherungen unseres Wissens anerkennen. Es ist jedenfalls dringend zu wünschen, dass sowohl die Beobachtungen des Jupiter (speciell zu diesem Zwecke) überall fortgesetzt werden möchten, als auch den so leicht und mühelos zu beobachtenden Cirruswolken und Polarbanden an recht vielen Punkten der Erde grössere Aufmerksamkeit gewidmet werde.

Von ähnlichen Entdeckungen auf dem Saturn ist mir noch nichts bekannt geworden, dagegen erscheint vielleicht die Hypothese nicht als eine allzukühne, dass es durch sorgfältige und lange fortgesetzte Beobachtungen gelingen werde, in der Ausdehnung und dem Glanze der Polarzonen auf dem Mars Veränderungen zu entdecken, welche mit einer der drei Fleckenperioden correspondiren. Haben wir doch wahrscheinlich auch auf der Erde Veränderungen der Eisverhältnisse in den Polargegenden, welche auf eine Periode von mehreren Jahrhunderten hindeuten; wenigstens drängt sich unwillkürlich eine solche Annahme auf — und ist auch schon mehrfach ausgesprochen worden, u. A. von Brorsen — wenn man die einstigen Culturverhältnisse einiger Theile Grönlands und die dann eingetretene Verbarricadirung der Ansiedlungen durch Eiswälle betrachtet.

Ja sogar die Kometen scheinen sich dem Einflusse jener Sonnenperioden nicht entziehen zu können. Professor Bruhns hat in dem Erscheinen der kleinen, nicht periodisch wiederkehrenden Kometen eine Beziehung zur elfjährigen Periode insofern nachgewiesen, als zur Zeit der Sonnenfleckenminima 1844, 1856, 1867 (oder kurz vorher) zwischen den Periheldurchgängen zwei zunächst auf einander folgender Kometen so grosse Zwischenräume (17, 16, 24 Monate) lagen, wie sie in der ganzen übrigen Zeit nur einmal (und auch hier waren es nur 13½ Monat) nahezu erreicht wurden. (Klein, Handb. der allg. Himmelsbeschr. I, 191, 236). Dr. Klein weist auch (ebenda p. 191) auf die merkwürdig verschiedene Anzahl der in den einzelnen Jahrhunderten mit freiem Auge sichtbar gewesenen Kometen hin. Es erschienen z. B.

Tab. 131.

im 15.	Jahrhundert	35	grosse Kometen
im 16.	-	23	- -
im 17.	-	12	- -
im 18.	-	36	- -

Das spärliche Vorkommen gerade im 17. Jahrhundert erscheint mir um so merkwürdiger, als jenes Jahrhundert nach allen Nachrichten auch eine ungemein geringe Anzahl von grossen Nordlichtern aufweist, was auf einen andauernd tiefen Stand der Sonnenthätigkeit schliessen lässt[1]. Jedoch wage ich noch nicht, die Frage zu entscheiden, ob wir es hier mit einem zufälligen Zusammentreffen oder einem wirklichen (directen oder indirecten) Zusammenhange der beiden Erscheinungen zu thun haben. — Man sieht aber schon aus diesen kurzen Andeutungen, dass sich hier für künftige Forschungen noch ein weites Feld eröffnet, zu dessen völliger Ausbeutung freilich noch die Arbeit mancher Generationen nöthig sein wird.

Was nun die Frage nach dem eigentlichen Wesen und der Ursache jener Fleckenperioden anbetrifft, so glaubt Verfasser, sich eingehender Erörterungen gänzlich enthalten zu müssen und die theoretische Ableitung der in dieser Abhandlung geschilderten Erscheinungen competenteren Federn überlassen zu dürfen. — Er begnügt sich deshalb mit nochmaliger ausdrücklicher Hinweisung auf die schon einmal genannte Abhandlung des Herrn Professor Zöllner, welche den Titel führt: »Ueber den Ursprung des Erd»magnetismus und die magnetischen Beziehungen der Weltkörper« und in den Sitzungsberichten der kgl. sächs. Ges. der Wiss. (Math.-phys. Cl.) für 1871 auf p. 479 ff. mitgetheilt ist. In dieser Arbeit sind die Ursachen und Principien aller hier in Frage kommenden Erscheinungen ausführlich erörtert (vgl. bes. p. 512—516, 553—555). Eine Excerpirung von einzelnen Stellen würde von geringem Nutzen, und eine eingehende Darstellung (welche übrigens von Anfang an aus dem Plane dieser Arbeit ausgeschlossen blieb, vgl. Einleitung) nur durch fast vollständige Wiedergabe der Ausführungen meines verehrten Lehrers zu ermöglichen sein.

Der Grad der Sicherheit ist bei den Resultaten, welche in der vorliegenden Abhandlung zusammengestellt sind (sowohl was die aus früheren Arbeiten entnommenen, als was die neu hinzugefügten betrifft), ein sehr verschiedener. Während wir bei der Periodicität der Wirbelstürme, bei den Köppen'schen Perioden der Luftwärme,

---

1) Wie Fritz einmal ausdrücklich hervorhebt, erregte die Wiederkehr der Nordlichter um das Jahr 1709 sogar in Schweden Erstaunen und Schrecken.

bei den Untersuchungen über die Cirruswolken mit fast zweifelloser Gewissheit einen Zusammenhang dieser Erscheinungen mit der Sonnenfleckenperiode annehmen durften, waren es bei anderen Phänomenen nur Spuren einer Periodicität, welche aber, als vielleicht zu weiteren Untersuchungen Veranlassung gebend, von mir gleichwohl nicht übergangen werden durften (Winde der gemässigten Zone, Wasserstände der Flüsse). In keinem Falle dürfen aber die bisweilen noch dürftigen und unsicheren Ergebnisse der bisher angestellten Untersuchungen von einer energischen Fortsetzung der begonnenen Bemühungen abschrecken. Vergleichen wir unser gegenwärtiges Wissen von den hier behandelten Problemen mit dem Stande unserer Kenntnisse vor etwa zehn Jahren, so ist ein recht bedeutender Fortschritt immerhin unverkennbar. Manche Erscheinung, die uns noch vor Kurzem räthselhaft dünkte, ist jetzt klar erkannt, bei mancher anderen beginnt das frühere Dunkel allmählich zu schwinden. Wenn also auch gegenwärtig unsere Resultate in vielen Beziehungen noch unsicher sind, manches noch zu enträthseln bleibt, aus manchen Widersprüchen bisher noch kein Ausweg zu finden ist, so ist doch zu hoffen, dass unsere Kenntniss von den Erscheinungen, welche Gegenstände dieser Untersuchungen waren, auch in Zukunft sich immer mehr erweitern werde. Diese Hoffnung verwandelt sich aber in feste Zuversicht, wenn wir sehen, wie allgemein und lebhaft jetzt schon das Interesse für die Sonnenfleckenperiode und alle irgendwie damit zusammenhängenden Erscheinungen geworden ist und wie Fachgelehrte und sonstige Freunde der Wissenschaft in den verschiedensten Ländern einmüthig wetteifern, die noch vorhandenen Räthsel ihrer Lösung immer näher zu führen. Ich schliesse mit dem Wunsche, dass auch diese Abhandlung zur immer regeren Entfaltung und immer weiteren Ausbreitung jenes Interesses Einiges beitragen möge.

Verzeichniss der vom Verfasser benutzten Quellenschriften.

I. Allgemeine Hand- und Hülfsbücher.

1. E. E. Schmid, Lehrbuch der Meteorol. Leipzig 1860.
2. Kämtz, Lehrbuch der Meteorol. Halle 1832—1836.
3. Kämtz, Vorlesungen über Meteorol. Halle 1840.
4. Mohn, Grundzüge der Meteorol. Berlin 1875.
5. Müller, Lehrbuch der kosm. Physik. Braunschweig 1872.
6. Klein, Handbuch der allgem. Himmelsbeschreibung. 1871—1872. 2 Bde.

II. Schriften über Sonnenflecken, Nordlichter etc.

7. Zöllner, Ueber den Ursprung des Erdmagnetismus und die magnetischen Beziehungen der Weltkörper. (Ber. der kgl. sächs. Ges. der Wiss. 1871 p. 479).
8. Zöllner, Ueber die Temperatur und die physische Beschaffenheit der Sonne. (Ebenda, 1870 p. 103).
9. Zöllner, Ueber die Periodicität und heliographische Verbreitung der Sonnenflecken. (Ebenda, 1870 p. 338).
10. Secchi, Die Sonne, herausgegeben von Schellen. Braunschweig 1872.
11. E. Loomis, The Aurora Borealis or Polar Light. Its Phenomena and Laws. (Smithson. Rept. 1865 p. 208).
12. E. Loomis, Comparison of the mean daily range of the magnetic declination and the number of Auroras, observed each year, with the extent of the black spots on the surface of the sun. (Sillimans Journ. III. Ser. Vol. V. No. 28 (1873).
13. Mairan, Traité physique et historique de l'Aurore Boréale. Paris 1754.
14. Wolf, Astronomische Mittheilungen No. 1—38. (1856—1875). Zürich.
15. Fritz, Verzeichniss beobachteter Polarlichter. Wien 1873.
16. Fritz, Mehrere hierhergehörige kleinere Abhandlungen in der Züricher Vierteljahrsschrift und Peterm. Mitth.
17. Dr. W. Köppen, Ueber mehrjährige Perioden der Witterung. (Zeitschr. der österr. Ges. f. Met. VIII. Bd. (1873).
18. L. A. Forssman, Des relations de l'aurore boréale et des perturbations magnétiques avec les phénomènes météorologiques. Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsaliensis Ser. III. Vol. VIII. Fasc. II.
19. Gautier, Untersuchungen über den Einfluss, welchen die Anzahl und das Verweilen der an der Sonnenscheibe beobachteten Flecke auf die Temperatur an der Erde ausüben können. (Pogg. Ann. Bd. 68, 1846).

20. Fritsch, Eine Abhandl. über die elfjährige Periode und ihren Einfluss auf die Lufttemperatur. (Denkschriften der Wiener Academie. Math.-natw. Classe) 1854.
21. Hornstein, Ueber den Einfluss der Electricität der Sonne auf den Barometerstand. Sitzungsber. der Wiener Acad. Bd. 65, Abth. 2. (10. 5. 1872).
22. Beobachtungen, angestellt auf der Sternwarte des Kammerherren v. Bülow zu Bothkamp. Heft II. Herausgegeben von Dr. Vogel. Leipzig, 1873.

III. Meteorologische Beobachtungen und Witterungschroniken.

23. Bruhns, Das Klima von Leipzig. (Sächs. met. Beob. Bd. II p. 81 ff.).
24. Preussische Statistik, 10 verschiedene Hefte.
25. Dove, Ueber die nichtperiodischen Aenderungen der Temperaturvertheilung auf der Oberfläche der Erde. 7 Bände (der 7. zusammenfassend). Berlin 1840, 1811, 1844, 1847, 1853, 1859, 1869.
26. Dove, Darstellung der Wärmeerscheinungen durch fünftägige Mittel. 3 Bände. Berlin 1856, 1863, 1870.
27. Dove, Die Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der Erde. Berlin 1852.
28. Dove, Das Gesetz der Stürme in seiner Beziehung zu den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre. 4. Aufl. Berlin 1873.
29. Pfaff, Ueber die strengen Winter des 18. Jahrhunderts, I. Kiel 1809. (II war mir nicht möglich zu erhalten).
30. Arago's Werke, herausgeg. von Prof. Dr. Hankel. Bd. VIII. Leipzig 1860.
31. Annalen der Münchener Sternwarte. Ergänzungsbände I, II, III. München 1851, 1857, 1859.
32. Observations des phénomènes périodiques en Belgique. Extrait des »Mémoires de l'Académie Royale de Bruxelles«. Bruxelles 1841—1869.
33. Meteorologische Beobachtungen an der Wiener Sternwarte (theilweise).

IV. Zeitschriften.

34. Astronomische Nachrichten Band 15—82.
35. Petermann's geogr. Mittheil. (Einige Artikel von Fritz u. A.).
36. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1856—1875.
37. Wochenschrift für Astronomie, Meteorologie und Geographie. (Halle a. d. S.) 1858—1876.
38. Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. 1873—1875.

Ausserdem sind eine Anzahl kürzerer Artikel und einzelner Notizen benutzt worden, welche an den betreffenden Stellen nachgewiesen sind.

Erklärung der Figurentafeln.

I. Die obere Curve zeigt die mittlere Dauer der Kälteperioden zu Leipzig für jeden einzelnen Winter von 1831—1864 in Tagen. (Ausgeglichene Zahlen; Jahr $B = \frac{A+B+C}{3}$). Die untere Curve zeigt die Sonnenfleckenrelativzahlen nach Prof. Wolf's Zusammenstellung (neue, von Wolf in seinen Astr. Mitth. 38, 383 mitgetheilte Berechnung). x, x_1 etc. correspondirende Flecken- und Kältemaxima, resp. -minima.

II. Obere Curve: Mittlere Dauer der Kälteperioden für Berlin von 1850—1871 in Tagen. Ausgeglichene Zahlen. Untere Curve: Wolf's Relativzahlen wie bei I.

III. Obere Curve: Anzahl der Tage mit einer mittleren Temperatur von wenigstens 15° R. für Leipzig von 1831—1864. Ausgeglichene Zahlen. Untere Curve: Fleckencurve, umgekehrt dargestellt. x etc. wie bei I. (d. h. hier correspondiren Wärmemaximum und Fleckenminimum).

IV. Anzahl der Tage mit wenigstens 15° R. für Berlin von 1849—1871. Ausgeglichene Zahlen, Fleckencurve und corresp. Max. resp. Min. (x) wie bei III.

V. Obere Curve: = der oberen Curve der Fig. IV. Mittlere Curve: = der oberen Curve der Fig. III. Untere Curve: Curve der Relativzahlen, umgekehrt und mit einer Verschiebung von zwei Jahren dargestellt, um die Verspätung der Wendepunkte bei den Wärmecurven zu eliminiren und so das Zusammengehen der drei Curven anschaulicher zu machen. 1830 hat also die Relativzahl von 1828, 1870 die von 1868 etc. Corresp. Max. resp. Min. (x) wie bei III und IV.

Anm. zu I—V. Die auf Fig. I—V benutzten Leipziger Beobachtungen sind entnommen aus Bruhns' Resultaten der sächs. meteor. Beobachtungen (2. Jahrgang); die Zahlen für Berlin aus dem 34. Heft der »Preussischen Statistik«.

VI. Obere Curve (*a—a*): Jährliche Häufigkeit des Polarstromes (NW, N, NO, O) in Zwanenburg 1744—1768. Ausgeglichene Zahlen. Aus dem 68. Bande von Poggendorff's Annalen. Untere Curve (*S—S*): Relativzahlen, umgekehrt dargestellt.

VII. Obere Curve (*a—a*): Differenzen zwischen den Frequenzziffern des Aequatorial- und Polarstromes zu Zwanenburg für die genannten Jahre. Ausgeglichene Zahlen. Untere Curve (*S—S*): Curve der Fleckenrelativzahlen, hier in gewöhnlicher Weise dargestellt.

VIII. Obere Curve: Jährliche Anzahl der Wirbelstürme in Westindien nach Poey's Verzeichniss (Zeitschr. der österr. Ges. für Met. 1874 No. 6), von 1751—1872 reichend. Zahlen ausgeglichen. (Hier Jahr $B = A + B + C$.) Untere Curve: Wolf's Relativzahlen. Zur Hervorhebung der 55jähr. Periode sind die grösseren Zacken beider Curven noch durch eine feine Linie verbunden.

IX. Cirruswolken und Sonnenflecken nach Dr. H. J. Klein's Listen. (Wolf, Astr. Mittheil. No 30.) Köln 1850—1870; 7 Gruppen von je 3 Jahren zusammengefasst.

Abtheilung A, Linie $x_1 - x_1$ - - $x_2 - x_2$ - - $x_3 - x_3$	Cirri	6^h früh 2^h Nachm. 10^h Abend	beobachtet.
Abtheilung B, Linie $\alpha_1 - \alpha_1$ - - $\alpha_2 - \alpha_2$ - - $\alpha_3 - \alpha_3$	Cirrostrati	6^h früh 2^h Nachm. 10^h Abends	beobacht.
Abtheilung C_1, Linie $b - b$ - C_2, - $c - c$ - C_3, - $d - d$	Cirrocumuli	6^h früh 2^h Nachm. 10^h Abends	beobacht.

Abtheilung D, Linie $F—E$: Summe der Cirri, Cirrostrati und Cirrocumuli für jede hier zusammengefasste Gruppe von 3 Jahren (rechts). Linie $S—S$: Summe der Fleckenrelativzahlen für diese Gruppen (links).

X. Obere Curve: Regenmenge am Cap der guten Hoffnung von 1843—1862. Zahlen in Mm. und ausgeglichen. (Vergl. Wolf, Astr. Mittheil. 34, 151.) Untere Curve: Sonnenflecken.

XI. Barometercurve für München 1830—1856 (1838—1840 fehlen jedoch) nach J. v. Lamont. (3. Supplementband zu den Annalen der Münchener Sternwarte, p. XXVII f.) Zahlen in Mm.

XII. Barometercurve für Leipzig von 1831—1865 (in Mm.) nach Bruhns' Resultaten der Sächs. met. Beobachtungen (2. Jahrg.). Ueber Veränderung des Beobachtungslocals und die Zuverlässigkeit dieser Zahlen siehe daselbst p. 82 und p. 146.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

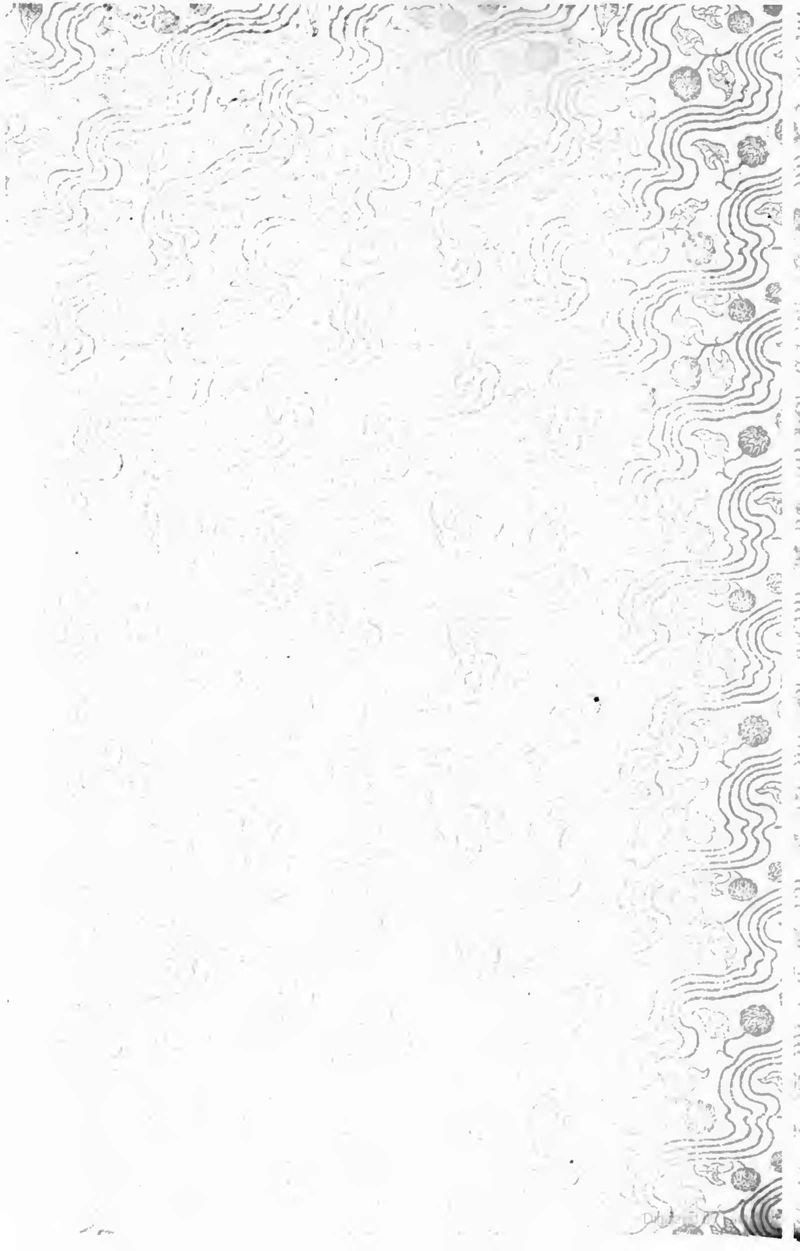


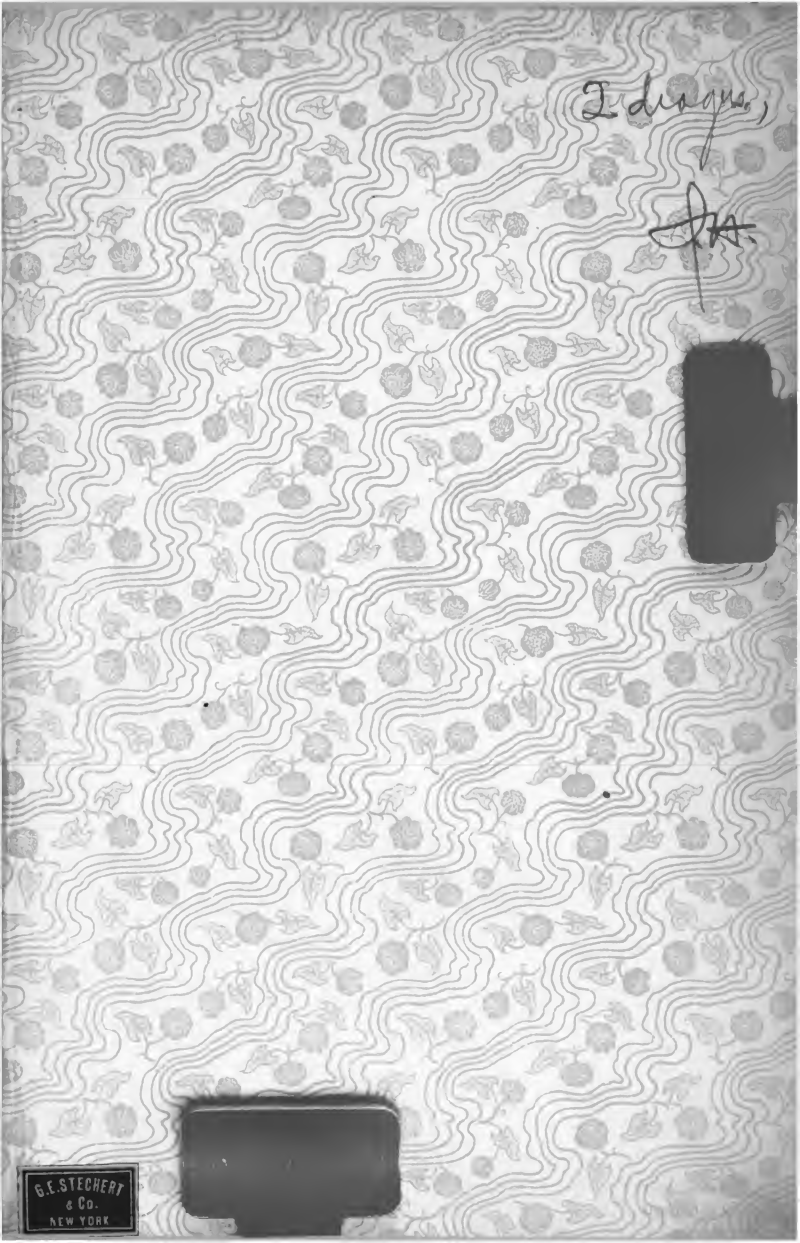
Taf. II.

XI.

V.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.




2 diagrs,
G.E.STECHERT
& Co.
NEW YORK

